

60 H311 T2 W0

11

GÓRNICTWO

UŁOŻYŁ

Hieronim Kondratowicz

Magister Nauk Przyrodniczych

INŻENIER GÓRNICZY

TOM II.

WYDANIE KASY POMOCY DLA OSÓB, PRACUJĄCYCH NA POLU NAUKOWEM,
IMIENIA DR. JÓZEFA MIAŃOWSKIEGO.

WARSZAWA
SKŁAD GŁÓWNY W KSIĘGARNI E. WENDE i Ska

1903.

Дозволено Цензурою.
Варшава, 27 Сентября 1903 года.

SPIS PRZEDMIOTÓW.

ROZDZIAŁ VI.

Przewóz.

	<i>Str.</i>
Wstęp	1
Przewóz drogami naturalnemi.	
Przenoszenie na plecach	2
Przewłóczenie	2
Przewóz w taczkach	3
Przewóz drogami żelaznemi. Podkłady	5
Relsy	6
Szerokość toru	8
Promienie krzywych. Układanie kolejki	9
Krzyżowanie się dróg, rozjazdy	12
Pomosty zwrotnicze	16
Wózki. Koła	17
Osie	18
Smarowanie kół i osi	19
Skrzynki	20
Ogólne uwagi o budowie i wymiarach wózków	23
Spadek drogi żelaznej	25
Przejazd przez krzywe	26
Motory używane do przewozu. Przewóz ludźmi	29
Przewóz końmi	30
Przewóz maszynowy	31
Przewóz linowy. Przewóz zapomocą dwóch maszyn i dwóch lin	32
Krażki nadające kierunek linom	34
Środki zabezpieczające wozy od wykolejania się	37
Zestawianie pociągów	38
Wózek dla konduktora	39
Urządzenia sygnałowe	41
Przewóz z chodników bocznych	42
Przewóz zapomocą liny przedniej i tylnej	45
Przewóz z chodników bocznych	46

	<i>Str.</i>
Przewóz zapomocą dwóch lin przednich i jednej tylnej	48
Przewóz zapomocą liny bez końca. Ogólne pojęcie	50
Przyrządy do naprężania liny	53
Maszyny wprowadzające w ruch linę	55
Przewóz zapomocą liny bez końca przeprowadzonej nad wozami	56
<i>Przewóz zapomocą liny gładkiej</i>	56
Przewóz z automatycznym odczepianiem wozów	56
Odległość między wozami. Stacje pośrednie	58
Przejazd przez krzywe	61
Sposób Forstera przejazdu przez krzywe	64
Przewóz z chodników bocznych. Sposób zapomocą jednej wspólnej liny	65
Sposób zapomocą oddzielnych lin	67
Przewóz bez automatycznego odczepiania wozów	69
<i>Przewóz zapomocą liny z węzłami</i>	71
Przewóz zapomocą liny przeprowadzonej pod wozami	72
Łączniki do przyczepiania pociągów	73
Przewóz łańcuchowy. Przewóz zapomocą łańcucha przeprowadzonego nad wózkami	75
Prędkość biegu łańcucha	76
Przewóz zapomocą łańcucha przeprowadzonego pod wozami	78
Porównanie różnych sposobów przewozu	79
Przewóz lokomotywami	81
Lokomotywy systemu Lamm-Francq'a	82
Lokomotywy Hönigmann'a. Lokomotywy działające zgęszczonem powietrzem	83
Lokomotywy elektryczne	84
Przewóz wodą	85
Przewóz po pochylniach	86
Przewóz z górnego poziomu na dolny. Pochylnie dwustronne	86
Pochylnie jednostronne	87
Przeciwwaga. Mechanizm hamulcowy	89
Platformy	93
Ostrożności jakie należy zachowywać przy opuszczaniu wozów po pochylniach	94
Zużycie nadmiaru siły podnoszącej wozy puste na pochylniach	96
Przewóz z dolnego poziomu na górny. Spadochrony	97
Przewóz po drogach wiszących. Sposób zapomocą jednej liny bez końca	99
Sposób zapomocą dwóch lin	101

ROZDZIAŁ VII.

Wyciąganie.

Wstęp	104
Maszyny wyciągowe. Winda ręczna	105

	<i>Str.</i>
Maszyny parowe	106
Liny. Roślinne i metaliczne	110
Liny zamknięte	111
Liny konopne i aloesowe	112
Wymiary lin aloesowych	113
Liny jednakowej wytrzymałości	116
Liny druciane. Wytrzymałość lin	116
Grubość drutów. Wymiary poprzecznego przekroju lin	118
Porównanie lin żelaznych ze stalowymi	119
Konserwowanie lin	120
Czyszczenie i smarowanie lin. Przyrząd Oppl'a	121
Środki ostrożności zwiększające trwałość liny	124
Wady i zalety lin druczanych	125
Przepisy dotyczące używania lin druczanych	125
Połączenie liny z naczyniami wyciągowymi	127
Koła linowe i wieże nadszybowe. Koło linowe	128
Wieże nadszybowe	129
Bębny dla lin. Bębny cylindryczne	130
Bębny stożkowe	132
Bębny wężownicowe. Bobiny	134
Zrównoważenie ciężaru lin zapomocą przeciwwagi	135
Sposób wyciągania Koepe'go	137
Wyciąganie zapomocą rozrzedzonego powietrza	141
Naczynia wyciągowe i sposoby ich napełniania i wypróżniania	141
Kubły i beczki	142
Skrzynie na kółkach. Klatki	144
Kierowniki. Kierowniki drewniane	146
Kierowniki żelazne	149
Kierowniki linowe	150
Spadochrony. Spadochron Fontain'a	153
Spadochrony klinowe. Spadochron do kierowników linowych	154
Ogólne uwagi o spadochronach	157
Podszybia. Ich wymiary i obudowa	158
Zatrzymywanie klatek na poziomie pomostu nadszybowego i na pod- szybiu	161
Przyrząd z obracającymi się podchwytami	162
Przyrząd z podchwytami hydraulicznymi Frantz'a	163
Przyrząd z podchwytami Stauss'a	165
Przyrządy do zatrzymywania klatki na poziomie podszybia	168
Przyrządy zabezpieczające klatkę od uderzeń o koła nadszybowe	169
Zamykanie szybu	171
Zamykanie hermetyczne	172
Zamykanie szybów, podczas ich pogłębiania	173
Wytaczanie wozów z klatek	175
Sygnały	176
Wyładowanie i dalszy przewóz wydobytego minerału	178
Wywroty	179

	<i>Str.</i>
Wywroty przenośne	182
Składy węgla. Przewóz skał płonnych	183

ROZDZIAŁ VIII.

Urządzenia wjazdowe.

Ogólne pojęcie	185
Drabiny	186
Sposób ustawiania drabin	187
Schody ruchome pojedyncze i podwójne	188
Zjeżdżanie i wyjeżdżanie na linie	191
Ostrożności, jakie należy zachować przy zjeżdżaniu na linie	192

ROZDZIAŁ IX.

Osuszanie kopalń.

Wstęp	194
Sposoby osuszania kopalń	195
Zatamowanie przypływu wody. Filary ochronne	196
Tamy. Tamy stojące	197
Tamy leżące	199
Tamy sferoidalne	200
Tamy murowe. Tamy z drzwiami	202
Tamy w szybach	204
Ostrożności jakie należy przedsiębrać, prowadząc roboty górnicze w bliskości starych wyrobisk	205
Odprowadzanie wody nagromadzającej się w wyrobiskach	206
Odlew wody maszynami wyciągowemi	207
Chodniki wodne	209
Odlew wody maszynami wodociągowemi. Pompy górnicze	210
Pompy podnoszące	210
Uszkodzenia pomp podnoszących	213
Pompy tłoczące	213
Porównanie pomp podnoszących z tłoczącemi	217
Urządzenie szybu wodnego	217
Rozdzielenie szybu na piętra i ustawienie na każdym piętrze oddziel- nej pompy	218
Różnica średnic rur w pompach ustawionych jedna nad drugą	219
Pompa Rittingera	220
Pompy bliźniacze	223
Zalety pomp o działaniu podwójnem	224
Ustawianie pomp w szybach	224
Części składowe pomp. Smok	227
Rura ssąca. Rura tłokowa	228
Rury tłoczące	229
Tłoki	230

	<i>Str.</i>
Przepustnice. Przepustnice klapowe	232
Przepustnice stożkowe	233
Przepustnice talerzykowe. Przepustnice kuliste	234
Przepustnice dwułożyskowe	234
Przepustnice piramidalne pierścieniowe	235
Przepustnice Riedler'a	236
Trzon główny. Trzon drewniany	238
Połączenie belek w trzonie	239
Spadochrony dla trzonów	239
Połączenie trzonu głównego z trzonami tłokowymi	240
Trzony żelazne	241
Regulowanie ciężaru trzonów	242
Wahacz	242
Regulatory powietrzne	243
Regulatory sprężynowe	244
Maszyny wodociągowe. Maszyny z trzonami i bez trzonów	244
Maszyny o działaniu pojedynczym i podwójnym	245
Maszyny działające bezpośrednio na trzon główny	245
Rozdział pary	246
Katarakta	247
Podnoszenie się i opadanie tłoka w cylindrze parowym	249
Maszyna z wahaczem	251
Regenerators Bocholtz'a	252
Maszyny o działaniu podwójnym bez kół zamachowych	255
Maszyny z kołami zamachowymi	255
Maszyny odwadniające podziemne. Wiadomości ogólne	257
Podział maszyn odwadniających podziemnych	259
Pompy podziemne parowe.	260
Maszyny odwadniające podziemne bez koła zamachowego	262
Pompa Worthington'a	263
Maszyny odwadniające z kołami zamachowymi	267
Głębokość, z której maszyny podziemne parowe mogą wodę odlewać	269
Pompy z motorem hydraulicznym	271
Pompa Davey'a	272
Pompa Kaselowsky'ego	273
Pompy z motorem elektrycznym	276
Pompa Erhardt'a i Sehmer'a	279
Pompa Riedler'a	280
Pompa Bergmann'a	281
Pompa Klein'a	282
Pompy odśrodkowe	283
Pompa systemu Rateau	284
Pompa Sultzer'a	286
Zalety i wady pomp podziemnych z różnemi motorami	289
Pompy używane przy pogłębianiu szybów	292
Pompy wiszące	292
Pulsometry	295

ROZDZIAŁ X.

Przewietrzanie robót podziemnych.

	<i>Str.</i>
Wstęp	299
Przyczyny psucia się powietrza w kopalniach i środki do wydalenia powietrza zepsutego i wprowadzenia na jego miejsce powietrza świeżego	300
Przyczyny psucia się powietrza w kopalniach. Zmniejszenie się ilo- ści tlenu	300
Temperatura powietrza w kopalniach	301
Tworzenie się pyłu	303
Wydzielanie się gazów. Dwutlenek węgla	304
Tlenek węgla	306
Działanie tlenu węgla na organizm człowieka	307
Środki do rozpoznania obecności tlenu węgla	308
Ratowanie otrutych tlenkiem węgla	309
Siarkowodor	309
Kwas siarkawy. Węglowodor lekki (Metan).	310
Zapalanie się gazu	312
Wydzielanie się gazu	313
Fontanny gazowe. Worki gazowe	315
Ciśnienie pod jakim gaz się w węglu znajduje	316
Wydzielanie się gazu ze starych wyrobisk	317
Wpływ ciśnienia atmosferycznego na ilość wydzielającego się gazu	317
Sposoby rozpoznawania obecności gazu kopalnianego w powietrzu	319
Pył węglowy jako przyczyna wybuchów	321
Zraszanie pyłu	323
Oznaczenie ilości potrzebnego dla kopalni powietrza	324
Wytworzenie przewiewu	327
Ogólne pojęcie o przewietrzaniu	327
Ogólne pojęcie o ruchu gazów	328
Manometry	329
Manometr Vaux	330
Manometr Gulbal'a	331
Manometr Maess'a	332
Okoliczności, na które należy zwracać uwagę, posilkując się manome- trem	332
Mierzenie strumienia powietrza	333
Mierzenie prędkości strumienia	334
Oznaczenie prędkości strumienia zapomocą czasu jaki powietrze po- trzebuje na przebycie pewnej drogi	334
Oznaczenie prędkości zapomocą dymu prochowego	335
Zapomocą lampy otwartej	335
Mierzenie prędkości strumienia zapomocą anemometrów. Anemometr Dickinson'a	335
Anemometr Biran'a	336
Anemometr Cassell'a	337

	<i>Str.</i>
Sposób użycia anemometrów	338
Oznaczenie oporu, jaki strumień przepływającego powietrza musi przezwyciężać w kopalni	340
Opór jaki przezwycięża strumień przepływającego powietrza w cho- dnikach	342
Oznaczenie współczynnika oporu kopalni K	345
Współczynnik oporu K ₁ dla szybów	347
Przykłady na opory kopalń	348
Temperament kopalni	350
Porównanie różnych kopalń pod względem ich temperamentów	351
Opór właściwy każdej kopalni	352
Obliczenie siły niezbędnej dla przewietrzania kopalni	354
Oznaczenie wymiarów wyrobisk niezbędnych do przepływu danej ilości powietrza	356
Przewiew naturalny	357
Przewiew sztuczny	359
Różne rodzaje przewiewu sztucznego	359
Piece przewietrzające	360
Żarownie	361
Piece podziemne	362
Nagrzewanie szybów parą	364
Inżektor Körtinga	365
Maszyny przewietrzające. Wiadomości ogólne	366
Maszyny tłokowe.	367
Maszyna wiatrowa Nixon'a. Maszyna Struvego	368
Młyny powietrzne	369
Wentylator Fabry	370
Wentylator Lemielle'a	371
Wentylatory odśrodkowe	373
Wentylator Guibal'a	375
Nowsze wentylatory o małych średnicach i większej ilości obrotów .	378
Wentylator Rateau	379
Wentylator Geislera	381
Wentylator Pelzera	385
Wentylator Mortier	387
Porównanie tłokowych maszyn powietrznych i młynków powietrznych z wentylatorami odśrodkowymi	389
Dwa wentylatory pracujące jeden za drugim	391
Przewietrzanie ssące i tłoczące	392
Rozprowadzanie powietrza po kopalni	395
Ilość powietrza i prędkość strumienia	395
Kierunek strumienia	396
Rozdział powietrza zawartego w głównym strumieniu na oddzielne strumienie	397
Nadanie kierunku strumieniowi powietrza przyprływającego do kopalni	400
Sztuczne przegrody tamujące przyprływ powietrza. Tamy	402
Drzwi z oknem	403

Spotkanie się dwóch lub więcej strumieni powietrza płynących w stro- ny przeciwne. Krzyżowanie się strumieni	404
Teorya temperamentów oddzielnych części kopalni	405
Temperament składany. Temperament wspólny	407
Obliczenie otworu dla wypływu powietrza zapomocą rachunku	416
Przewietrzanie środkowe i przekątne	418
Przewietrzanie robót przygotowawczych	419
Przepierzenia	421
Chodniki równoległe	422
Lutnie. Lutnie drewniane Lutnie blaszane	424
Lutnie płócienne	427
Lutnie ssące i tłoczące	428
Obliczenie modułu lutni	431
Przewietrzanie wyrobisk workowych zapomocą oddzielnej siły . . .	435
Przewietrzanie zapomocą powietrza zgęszczonego	435
Wentylatory ręczne. Wentylatory małe wprowadzane w ruch siłą me- chaniczną	438
Nadzór za przewietrzaniem kopalni	439

ROZDZIAŁ XI.

Czynności i urządzenia dodatkowe.

Oświetlenie kopalń. Lampy stałe i przenośne	441
Lampy bezpieczeństwa	442
Lampa Davy'ego. Lampa Clanny	443
Lampa Mueseler'a. Lampa Marsaut	444
Lampa elektryczna Trouve'go. Nadzór nad lampami	446
Pożary w kopalniach. Przyczyny pożarów	447
Sposoby zapobiegające powstawaniu pożarów	448
Pożary powstające wskutek samowolnego zapalania się węgla . . .	450
Przyczyna powstawania tego rodzaju pożarów	451
Środki zabezpieczające od pożarów	452
Gaszenie pożarów	455
Tamy. Tama przenośna Wagnera	456
Pożary w chodnikach	458
Przyrządy umożliwiający oddychanie w gazach duszących	459
Przyrządy stałe	459
Przyrządy przenośne. Przyrząd Schwann'a	460
Pneumatofor Walchera i Gärtnera	461
Przyrząd Meyera	464
Przyrząd Giersberga. Przyrząd Desgres	466
Obwały. Obwały większych przestrzeni i obwały miejscowe . . .	468
Przyczyny obwałów	469
Dzwony	470
Odbudowa minerałów na znacznych głębokościach	471
Warunki odbudowy na znacznych głębokościach	472

	<i>Str.</i>
Wysoka temperatura skał	473
Wyciąganie z bardzo znacznych głębokości	478
Wieże nadszybowe. Liny	480
Zrównoważenie ciężaru lin	484
Urządzenie podszybia i nadszybia	488
Maszyny wyciągowe dla szybów bardzo głębokich	492
Granica głębokości, z której wyciąganie może się odbywać jedną ma- szyną	492
Wyciąganie dwoma maszynami z poziomem pośrednim	493

ROZDZIAŁ VI.

P r z e w ó z.

Minerały urabiane w przodkach muszą być wydane na powierzchnię ziemi. Przewóz takich ogromnych ilości minerału przedstawia zawsze wielkie trudności i jest połączony z bardzo znacznymi kosztami, należy więc przedewszystkiem organizować roboty w ten sposób, aby na powierzchnię były wydawane tylko te minerały, które są przedmiotem wydobywania, wszystkie zaś skały płonne, otrzymywane pobocznie, powinny być, o ile to jest możebnem, pozostawiane w wyrobiskach.

Im w większych masach wydobywa się dany minerał i im cenna jego jest niższą, tem przewóz powinien być tańszym. Najmniejsze zwiększenie kosztów przewozu, przy niskiej cenie urabianego minerału, znacznie powiększa koszty własne produkcyi. Dlatego też w kopalniach węgla, którego cena jest stosunkowo nader niską, środki przewozowe muszą być najlepsze. Na wielkich kopalniach węgla nawet najbardziej kosztowne urządzenia przewozowe, zawsze się sowicie opłacają, bo drobne oszczędności, otrzymane na przewozie każdego wózka, dają w ostatecznym rezultacie ogromne sumy, pokrywające w całości zrobione nakłady.

Urabiane minerały mogą być przewożone drogami naturalnymi i drogami sztucznymi, to jest ulepszonymi. Drogami naturalnymi urabiane minerały przewożą się: 1) za pomocą przenoszenia ich na plecach; 2) przewłóczenia w sankach i 3) przewożenia w taczkach. Drogami ulepszonymi minerały przewożą się w wózkach, poruszających się na relsach. Tu należy jeszcze odróżniać, prze-

wóz po drogach poziomych, albo prawie poziomych i przewóz po pochylniach, to jest opuszczanie minerału z górnego poziomu na dolny lub odwrotnie.

Przewóz drogami naturalnemi.

Przenoszenie na plecach. Przenoszenie na plecach przedstawia najstarszy i najniedokładniejszy sposób przewozu, dziś już tylko bardzo rzadko zastosowywany. Używają go jeszcze w niewielkich kopalniach rud, przy odbudowie schodowej odwrotnej, dla przenoszenia minerału od przodka do komina, jak również i dla przenoszenia minerału w chodnikach, mających bardzo nieprawidłowy spąg, z dużymi nieregularnymi i nieprawidłowymi spadkami. Chodniki, w których minerał przenoszą na plecach, muszą mieć przynajmniej 1,50 metr. wysokości i 1 metr szerokości. Do przenoszenia używają worków, koszy i skrzynek na noszach. Wielkość ciężaru, jaki człowiek może w tych warunkach wziąć na siebie, wynosi od 40 do 70 kilogr., a przestrzeń, jaką może przejść w ciągu dniówki od 4000 do 6000 metrów. Czyli, że przy najlepszych warunkach, człowiek może przenieść, w ciągu dniówki, 300 kilogr. na odległość 1 kilometra, a jeżeli spadki dochodzą do 20°, tylko 190 kilogr. na odległość jednego kilometra. Pochyłość chodnika, w którym odbywa się przenoszenie, nie może być większą nad 45°, a już zaczynając od pochyłości 15°, spodek chodnika powinien być wyrobionym w postaci schodów. Odległość, na którą robotnik przenosi ciężar, nie powinna być większą nad 60 do 80 metrów. Wogóle skuteczność pracy robotnika przy przenoszeniu jest bardzo małą.

Przewłóczenie. Do przewłóczenia służą sanki. Są to skrzynki drewniane, kosze, lub też kubły, złożone z klepek i osadzone na płozach (fig. 448 i 449). Sanki przedstawione na fig. 449 są jeszcze do dziś dnia używane w kopalniach węgla w zagłębiu Donieckiem, w południowej Rosyi. Przedstawiają one czworograniastą skrzynkę drewnianą, okutą cienkim płaskim żelazem i stale osadzoną na płozach. Zwykle dłuższe boki skrzynki idą poniżej dna i stanowią płozy. Każda z krótkich ścian opatrzoną jest żelaznem uchem, za które zaczepia się hak od szelek, jakie robotnik przekłada przez ramiona i piersi i za pomocą których ciągnie sanki. Średnia objętość skrzynki około 1¼ korca.

Przewóz w sankach jest o wiele korzystniejszym od przenoszenia na plecach, daje się on zastosować tam, gdzie spodek cho-

dnika jest równy i pochyłość nie mniejsza nad 8 do 9°. Najłatwiej robota przewłóczenia wykonywa się przy spadku chodnika od 15 do 25%, gdy spadek dochodzi 40%, przewłóczenie w sankach staje się już niemożliwym. W razie jeżeli spodek chodnika jest nierówny, kładą na nim 2 deski, do których przybijają łąty, służące jako kierowniki dla sanek.

W chodnikach, wysokość których nie przenosi jednego metra, w sanki można naładować od 60 do 80 kilogr., w wyższych chodnikach od 120 do 160 kilogr. Średnio według Callon'a*) robot-

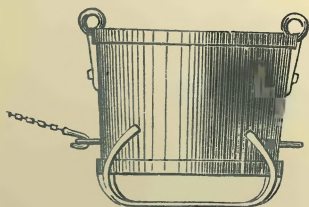


Fig. 448.

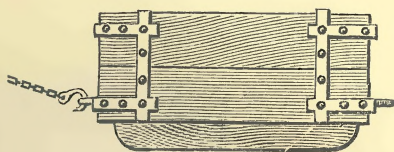


Fig. 449.

nik pracujący w dosyć wysokim chodniku i przy dobrej drodze, może w ciągu dnia przewieźć w sankach 120 kilogr., na odległość 6000 metrów, to jest od 700 do 800 kilogr. na odległość jednego kilometra; w chodnikach zaś niskich i po złej drodze, tylko 250 do 300 kilogr. na odległość jednego kilometra.

W kopalniach żeleziaków gliniastych i sferosyderytów, zalegających w plastycznych jurajskich glinach, w okolicach Częstochowy, wydobytą rudę przewożą od przodków do szybu w tych samych kubłach, w których ją wyciągają na powierzchnię ziemi. W tym celu wzdłuż chodników przewozowych, na ich spodku, układają, w kierunku osi chodnika, dosyć grube okrągłe żerdzie, tworzące jedną ciągłą linją, a u spodu kubła robią odpowiednie półokrągłe wycięcie. Postawiwszy kubło na żerdź tak, aby okrągłak wchodził w rowek, przewłóczą po nim kubło aż do szybu.

Przewóz w taczkach. Przewóz w taczkach dosyć często zastosowywa się na powierzchni ziemi i tylko bardzo rzadko w kopalniach. Skuteczność pracy robotnika przy przewożeniu w taczkach jest o wiele większą, aniżeli przy przewłóczeniu w sankach. Zwykle taczki robią z desek, czasami jednak wyrabiają je z grubej

*) Callon. Cours d'exploitation des mines. Paris 1874, t. 2, str. 74.

blachy żelaznej. Pojemność taczki zależy od ciężaru właściwego masy, jaka ma być przewożoną. Przy robotach ziemnych taczki mają najczęściej 0,04 do 0,06 metr., koła często robią drewniane, okute żelazem, chociaż daleko lepsze są koła stalowe. Średnica koła wynosi od 0,30 do 0,50 metr., im średnica koła jest większą, tem przewóz jest łatwiejszym.

Taczkarz popycha taczkę przed sobą, aby zaś zmniejszyć ciężar działający na rękę, przyczepia do rękojeści tacek szelkę lub

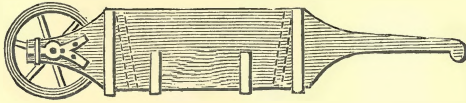


Fig. 450.

taśmę, którą przekłada przez ramiona i kark. Tym sposobem część ciężaru niesie na sobie, a druga część spoczywa na kole taczki.

Na figurach 450 i 451 przedstawione są dwa rodzaje tacek. Taczka przedstawia drąg jednoramienny, dla równowagi więc musi być moment siły równy

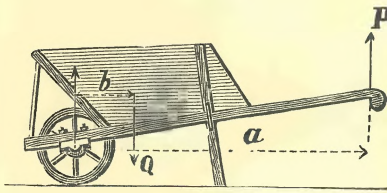


Fig. 451.

momentowi oporu. Jeżeli wagę taczki wraz z ciężarem na niej złożonym nazwiemy przez Q , siłę potrzebną do uniesienia taczki przez P , odległość od osi taczki do punktu przyczepienia siły, to jest do tego miejsca w którym taczkarz trzyma za rękojeść, przez a

(fig. 451) i odległość od osi do środka ciężkości naładowanej taczki, to jest do punktu przyczepienia oporu przez b , to $Pu = Qb$, czyli

$$P = \frac{b}{a} Q.$$

Oczywiście, że im mniejszą jest wartość $\frac{b}{a}$, tem P jest mniejsze, to jest im środek ciężkości naładowanej taczki leży bliżej osi, tem mniejszą może być siła potrzebna dla podniesienia taczki i jeżeli przypuścimy, że $\frac{b}{a} = 0$, to jest, że środek ciężkości leży nad osią, wtedy i $P = 0$, czyli, że dla uniesienia taczki nie będzie potrzeba żadnej siły, a dla wprowadzenia jej w bieg potrzeba tylko przezwyciężyć opór, jaki przedstawia tarcie obwodu koła o drogę i tarcie osi o piastę koła, a opór ten jest bardzo nieznacznym. Widzimy

więc, że przybliżając środek ciężkości naładowanej taczki do osi koła, zmniejszamy ciężar działający na ręce robotnika, ale zwiększamy obciążenie koła, które wtedy wrzyna się głębiej w ziemię, przez co przewóz po nierównej drodze bardzo się utrudnia. Prócz tego, gdy środek ciężkości leży nad osią, taczka znajduje się w stanie równowagi niestałej i robi się nadzwyczaj wywrotną. Dla utrzymania jej w równowadze, środek ciężkości musi się ciągle znajdować na linii pionowej, przechodzącej przez płaszczyznę koła taczki, przy najmniejszym więc odchyleniu, taczka się przewróci. Z tego powodu przybliżanie środka ciężkości do osi taczki może być tylko wtedy korzystnem, gdy przewóz w taczkach odbywa się po równej drodze, wyłożonej deskami. Zwykle długość ramienia oporu, do długości ramienia siły robią jak 1 : 3 lub nawet 1 : 4, to jest $\frac{b}{a} = \frac{1}{3}$ lub $\frac{1}{4}$. W tawkę przedstawioną na figurze 450 można

ładować od 60 do 70 kilogr., a w tawkę fig. 451 od 90 do 100 kilogr. a nawet i więcej. W kopalniach przewóz w tawkach używa się tylko w wązkich, niskich i nieprawidłowych chodnikach, gdy się ma do przewożenia niewielkie ilości minerału, na nieznaczną odległość i gdy rozkruszanie, jakiemu podlega minerał przy wywracaniu tawek, nie zmniejsza jego wartości.

Tawkarz przewożąc w małych tawkach naładowanych 60 kilogr. i popychanych po spodku chodnika, z łatwością przewozi w ciągu dniówki (8 do 10 godzin) 500 kilogr. na odległość jednego kilometra. Jeżeli spodek chodnika jest nierówny, tylko 300 kilogr. Jeżeli zaś droga jest równa i wysłana deskami, skuteczność pracy tawkarza wzrasta do 1000, a nawet i 1100 kilogr. na 1 kilometr.

Przewóz w tawkach może mieć miejsce tylko w chodnikach, spadek których nie przenosi kilku stopni.

Przewóz drogami żelaznemi.

Pierwsze drogi żelazne były zbudowane w kopalniach, a dopiero następnie, gdy potrafiono zużytkować prężność pary jako siłę poruszającą, zaczęto budować koleje żelazne na powierzchni ziemi. Droga żelazna składa się z dwóch głównych części, podkładów i relsów.

Podkłady. Podkłady przedstawiają belki drewniane lub żelazne, ułożone w poprzek relsów i służące do ich przymocowania. Najlepsze podkłady drewniane są dębowe, z iglastych zaś drzew

należy oddawać pierwszeństwo tym, które są najbardziej smoliste. W kopalniach najczęściej używają na podkłady połowice lub okrągłaki; te ostatnie ściosują z jednej lub z dwóch stron górnej i dolnej. Wybór materiału na podkłady zależy od chodnika, w jakim droga ma być ułożoną. Na pochylniach i w chodnikach pierwszorzędnych, w których przewożą się bardzo znaczne ilości urabianego minerału, na podkłady biorą zwykle okrągłaki obciosane z dwóch stron, nie mniej jak 20 ctm. grube. W chodnikach drugorzędnych podkłady robią z połowic, mających od 20 do 24 ctm. szerokości i od 10 do 12 ctm. wysokości. Nareszcie w chodnikach trzeciorzędnych na podkłady biorą kawałki starych stempli, wyjętych przy naprawie obudowy, lub też inne odpadki drzewa.

Długość podkładów powinna być taką, aby odległość od końca podkładu do piąty relsa wynosiła 12 do 14 ctm. Odległość między podkładami także zależy od ilości przewozu. W chodnikach głównych i na pochylniach, podkłady układają w odległości od 50 do 60 ctm., licząc od środka do środka podkładu, w chodnikach zaś drugorzędnych, gdzie ruch jest mniejszy, od 60 do 80 ctm. i nawet do 1 metra.

Oznaczyć czas, w ciągu którego świeżo ułożone podkłady zdadne są do użytku, bardzo trudno, bo to zależy od ilości przewozu, a przy danej ilości przewozu, od miejscowych warunków. Na pochylniach mokrych, po spodku których sączy się woda, w których przewóz nie odbywa się końmi i przez które przechodzi świeże powietrze, podkłady trwają 5 do 6-ciu lat i muszą być zmieniane tylko wskutek dziurawienia ich hakami, przy naprawach drogi. W pochylniach suchych butwieją już po 2-ch latach. W chodnikach wilgotnych dobrze przewietrzanych, w których przewóz odbywa się końmi, podkłady mogą służyć do 3-ch lat. W suchych, gdzie jest złe powietrze, zaledwie pół roku. Nareszcie w chodnikach źle przewietrzanych od 2 do 4 miesięcy.

Zamiast drewnianych, używają się także i żelazne podkłady, których dzisiaj jest już bardzo dużo systemów. O tych podkładach wspomniane będzie dalej, gdy poznamy różne typy używanych dzisiaj relsów.

Relsy. Najprostsze relsy są to sztaby żelaza płaskiego, mające w poprzecznym przecięciu kształt prostokąta. Na relsy takie używają żelaza mającego od 52 do 70 mm. szerokości i od 13 do 15, a czasami i 18 mm. grubości, co zależy od ciężaru wózków, jakie mają być po relsach przewożone. Takie relsy umocowują klinami

w wycięciach zrobionych w podkładach, jak to wskazują figury 452 i 453. Wycięcia w podkładach powinny być tak zrobione, aby kliny mogły być zabite wewnątrz toru między relsami, to jest jak najdalej od końca podkładu, a nie na zewnętrznej stronie relsów, inaczej podkłady bardzoby się osłabiały. Wycięcie w podkładach jest 35 mm. głębokie. W ten sposób ułożone kolejki mają te zalety, że są tanie, układają się łatwo i prędko i z równą łatwością mogą być rozebrane i przeniesione w inne miejsce. Takie kolejki są do-



Fig. 452.

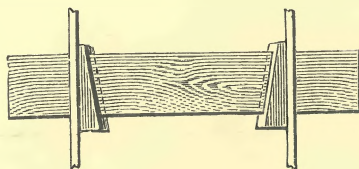


Fig. 453.

godne w kopalniach rud z niewielką produkcją; dla kopalni węgla z większą produkcją już są nieodpowiednie, ponieważ koła wózków zużywają się na nich daleko prędzej, aniżeli na szerokich relsach.

W kopalniach z większą produkcją szczególnie też w kopalniach węgla, dla podziemnych kolejek, używają relsów tego samego kształtu, co i relsy na wielkich kolejach żelaznych. Najczęściej uży-



Fig. 454.



Fig. 455.

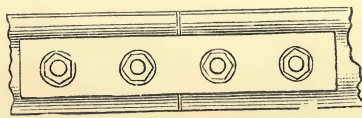


Fig. 456.

wane są relsy typu Vignol'a (fig. 454), które są przymocowane do podkładów specjalnymi hakami. W chodnikach drugo i trzeciorzędnych końce relsów tylko się z sobą stykają, na pochylniach zaś i w chodnikach głównych łączą się za pomocą nakładek czyli tak zwanych lasz i śrub (fig. 455 i 456). Styki relsów powinny przypadać nie na samym podkładzie, lecz w przerwie między podkładami, przyczem odległość między podkładami, podpierającymi końce stykających się relsów, powinna być mniejsza, aniżeli między

podkładami pośrednimi. Jeżeli styki relsów przypadają na samym podkładzie, to przy wbijaniu haków, koniec relsa odgina się i skrzywia, a za nim idzie i hak. Odległość między końcami relsów powinna wynosić od 2 do 3 mm. Relsy wyrabiają dziś wyłącznie ze stali, wprawdzie stalowe relsy są droższe od żelaznych, ale o wiele trwalsze; zważywszy zaś, że relsy stalowe mogą być lepsze, różnica w cenie metra bieżącego nie jest tak znaczną. Relsy stalowe oprócz tego, że są trwalsze, zużywają się daleko więcej równomiernie i nie łuszczą się, nareszcie wartość zużytych relsów stalowych jest o wiele większą od wartości starych relsów żelaznych.

U nas w zagłębiu Dąbrowskiem wyrabiają 6 typów relsów małego kalibru. Nr. 1—waga metra bieżącego $4\frac{1}{2}$ kilogr. szerokość podstawy 38 milim., główki 20 mm., szyjki 5 mm., wysokość relsa 45 mm. Nr. 2—waga metra bieżącego 6 kilogr., szerokość podstawy 45 mm., główki 23, szyjki 6, wysokość relsu 52 mm. Nr. 3—waga metra bieżącego 8 kilogr., szerokość podstawy 52 mm., główki 26 mm., szyjki $6\frac{1}{2}$ mm., wysokość relsu 64 mm. Nr. 4 — waga metra bieżącego 10 kilogr., szerokość podstawy 60 mm., główki 28 mm., szyjki $6\frac{1}{2}$ mm., wysokość relsu 75 mm. Nr. 5—waga metra bieżącego 12 kilogr.; szerokość podstawy 70 mm., główki 36 mm., szyjki $7\frac{1}{2}$ mm., wysokość relsu 90 mm. Nr. 6—waga metra bieżącego $20\frac{1}{2}$ kilogr., szerokość podstawy $82\frac{1}{2}$ mm., główki $44\frac{1}{2}$ mm., szyjki 10 mm., wysokość relsu $95\frac{1}{4}$ mm.

W kopalniach używają przeważnie Nr. 3 i 4 rzadziej Nr. 2 i 5. Na pochylniach i w głównych chodnikach układają relsy Nr. 4, rzadziej Nr. 5, w chodnikach drugorzędnych Nr. 3 rzadziej Nr. 2. Relsy Nr. 6 używają się tylko dla kolei wąskotorowych, na których przewóz odbywa się lokomotywami. Długość relsów od 5 do 7 metrów.

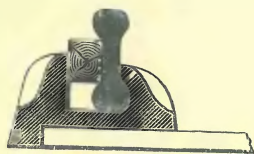


Fig. 457.

Kopalniane relsy robią jeszcze z podwójną główką (fig. 457). Relsy te są bardzo dogodne wygitym względem, że lepiej i łatwiej się pod nają na krzywych; na drogach jednak prostolinijnych relsy z pojedynczą główką są lepsze, ponieważ relsy z dwoma główkami umocowiwują się na podkładkach tylko klinami, które się często osłabiają, wskutek czego droga się rozluźnia.

Szerokość toru, to jest odległość między relsami na kolejkach w kopalniach zmienia się od 500 do 780 mm., zwykle wynosi około 600 mm. W wązkich i krzywych chodnikach szerokość toru

zmniejszają do 420 mm., w Anglii zaś w niektórych kopalniach szerokość toru robią 1,20 metr. Na krzywych szerokość toru kolejki powinna być o 5 i do 10 mm. większą. Wogóle można powiedzieć, że na torze szerokim wózek stoi daleko pewniej, ale przejazd przez krzywe jest bardzo trudny.

Promienie krzywych. Na kolejkach podziemnych krzywe o małych promieniach nadzwyczajnie utrudniają przewóz. Dawniej bardzo mało na to zwracano uwagi, robiąc krzywe o promieniu 2 metr. nawet i przy szerokości toru 0,80 metr. Dziś starają się, aby, przy szerokości toru 0,50 metr., jeżeli przewóz odbywa się ludźmi, nie było krzywych o promieniu mniejszym nad 2,50 metr., a jeżeli przewóz odbywa się końmi, to przy szerokości toru 0,50 metr., promień krzywej nie powinien być mniejszym nad 5 metr.

Układanie kolejki. Jeżeli droga ma być ułożoną na powierzchni ziemi, to przedewszystkiem należy wytknąć oś drogi. Oś drogi wytykają za pomocą kołków, które wbijają co 100 metr. jeżeli droga idzie w kierunku linii prostej, i co 25 metr. na zakrzywieniach. Główki wbitych kołków powinny jak najdokładniej wskazywać poziom górnej powierzchni relsów. Prócz tego wbijają jeszcze kołki cokolwiek wyższe w tych miejscach, gdzie się zaczynają i kończą łuki, a także gdzie się zaczynają i kończą odchylenia drogi od poziomu. W kopalniach gdzie spodek chodników jest twardy, kołków nie ma potrzeby wbijać, bo oś chodnika wskazuje kierunek kolejki, zniwelowawszy więc spodek chodnika i wyrównawszy go należyście, układają na nim podkłady. Przedewszystkiem układają podkłady pod końce relsów, podkłady te powinny być ułożone bardzo starannie i w ściśle oznaczonych miejscach, ich kładą cokolwiek wyżej aniżeli podkłady pośrednie. Następnie sprawdzają położenie relsa za pomocą poziomnicy i podnosząc lub opuszczając jeden z podkładów, dają drodze taki spadek jaki mieć powinna. Podkłady pośrednie powinny być ułożone w równych odstępach, położenie ich sprawdzają za pomocą łaty, długość której równa się długości relsa i na której są oznaczone miejsca dla podkładów. Dlatego, aby szerokość toru wszędzie była jednakową, odległość między relsami ciągle sprawdzają za pomocą żelaznej linijki, przedstawionej na figurze 458. Jeżeli kolej układa się na powierzchni ziemi, odległość między końcami stykających się relsów regulują stosownie do pory roku i temperatury, w której droga się układa. Haki przed ich użyciem powinny być wysmarowane tłustością, toż samo i śruby do przymocowania lasz.

W chodnikach drugorzędnych podkłady układają wprost na spodku chodnika, a puste przestrzenie między nimi zasypują żużlem z pod kotłów. W chodnikach głównych i przecznicach, wzdłuż których idzie kanał odpływowy, podkłady jednym końcem układają na spodku, a drugim na legarze, czyli tak zwanym *podciagu* położonym wzdłuż kanału odpływowego (fig. 459). Przestrzeń między podkładami wypełniają szabrem i żużlem z pod kotłów. U nas w zagłębiu Dąbrowskiem puste przestrzenie między podkła-



Fig. 458.

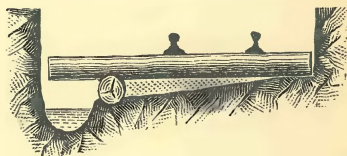


Fig. 459.

dami często wypełniają drzewem, jakie się otrzymuje ze starych stempli, wyjętych przy naprawach obudowy. Stemple albo układają jeden około drugiego w poprzek relsów i przysypują żużlem z pod kotłów, albo też, co jest daleko lepiej, piłują stemple na krótkie kawałki i układają je na sztorc, zupełnie tak samo jak bruk drewniany. Sposób ten jest droższy, ale daje doskonałe rezultaty. Za wyłożenie jednego bieżącego metra drogi leżącymi stemplami płaci się około 20 kop. Za wyłożenie zaś stemplami postawionymi na sztorc 40 kop. W jednym i drugim razie po wierzch drzewa nasypują warstwę żużla z pod kotłów, co okazało się bardzo praktycznem, raz dlatego, że w chodnikach, w których przewóz odbywa się końmi, warstwa żużla zabezpiecza drzewo od uderzeń kopytami, a powtórę, że droga jest mniej śliską.

Na pochylniach podkłady układają na podłużnych legarach, tak zwanych ryglach, w których porobione są w pewnych ściśle oznaczonych odstępach wycięcia. W te wycięcia wpuszczają podkłady, a przestrzeń między podkładami wysypują drobnymi kamieniami i żużlem.

Jeżeli upad pokładu często się zmienia, rygli na pochylni położyć nie można, w takim więc razie podkłady zapuszczają w gniazda wyżłobione w bokach pochylni. Ten jednak sposób jest droższy i gorszy, bo przy wykolejaniu się wózków podkłady często zostają wybite z gniazd.

W chodnikach, w których spodek jest słaby, podkłady należy układać na warstwie balastu. Jako balast w chodnikach wilgotnych bardzo jest dobry żużel z pod kotłów, a także żużel z wielkich pieców. W suchych chodnikach jako balast można używać glinę. W bardzo suchych chodnikach drogę należy polewać.

W chodnikach idących w kierunku rozciągłości pokładu nader często wypada drogę prowadzić po linii krzywej; w tych razach należy zwracać baczną uwagę na to, aby relsy były prawidłowo wygięte, szczególnie należy uważać na połączenie relsów na stykach, jak najstaranniej unikając wszelkiego rodzaju załamania, które byłyby potem przyczyną ciągłego wykołowania się wózków. Na łukach, jak wyżej powiedziano, szerokość toru powinna być o 5 do 10 mm. większą.

W kopalniach węgla w zagłębiu Dąbrowskiem koszty ułożenia jednego metra bieżącego kolejki podziemnej są mniej więcej następujące:

a) w chodnikach głównych, z relsów laszowanych, metr bieżący których waży 10 kilogr.:

relsy	240 kop.
podkłady	108 "
lasze	7 "
śruby do lasz	4 "
haki średnie	24 "
koszt ułożenia z dostawą materiałów	50 "

433 kop.

b) w chodnikach drugorzędnych relsów, metr bieżący których waży 8 kilogr. bez lasz.:

relsy	192 kop.
podkłady ze starego drzewa	10 "
haki małe	8 "
koszt ułożenia	25 "

235 kop.

Wyżej powiedzieliśmy, że zamiast drewnianych, używane są także podkłady żelazne. Figura 460 przedstawia podkład żelazny systemu Legrand'a. Relsy w takich podkładach umocowują drewnianymi klinami.

Figury 461 i 462 przedstawiają podkłady systemu Matieu. W podkładzie jest zrobione wycięcie, w kształcie jaskółczego ogona, w które wstawia się rels i wpędza klin *a*. Podkłady te są lepsze od podkładów Lengrand'a, bo są dosyć wysokie, tak, że między

nimi można nasypać grubą warstwę balastu. Relsy układają się w nich prędko i łatwo, a same podkłady leżą na ziemi twardo.



Fig. 460.

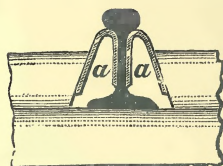


Fig. 461.

Nareszcie są jeszcze podkłady mające kształt Ω , do których relsy przymocowują się z jednej strony śrubami, a z drugiej są podtrzymywane przez wystającą część podkładu (fig. 463 i 464).

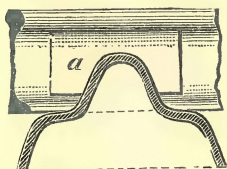


Fig. 462.

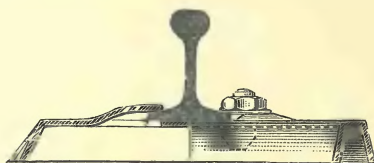


Fig. 463.

Krzyżowanie się dróg, rozjazd. Jeżeli dwie drogi spotykają się z sobą, w takim razie mogą być 2 wypadki: jedna droga przecina drugą, ale się z nią nie łączy, tak, że wózki z jednej drogi nie potrzebują przechodzić na drugą, albo też dwie drogi krzyżujące się łączą się z sobą, tak, że wózki z jednej drogi muszą przechodzić

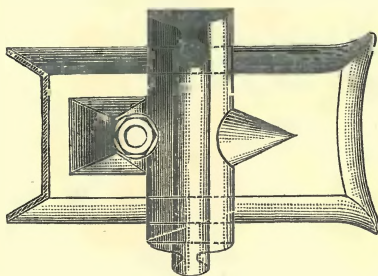


Fig. 464.

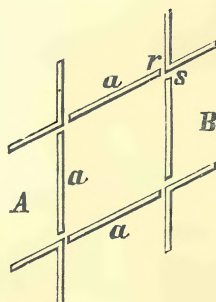


Fig. 465.

na drugą i odwrotnie. W pierwszym wypadku rozjazd urządza się w ten sposób, że w kątach czworokąta, powstałego z przecięcia się dwóch dróg, przecinające się z sobą relsy lutują pod takim kątem, pod jakim się one przecinają (fig. 465), a między tymi kątami wsta-

wiają krótkie kawałki relsów a , takiej długości, aby między zlutowanymi relsami i wstawionym kawałkiem pozostała się przerwa, dostatecznie szeroka dla przejścia obrzeża koła. Podobne jednak urządzenie działa dobrze tylko wtedy, jeżeli kąt, pod którym się drogi przecinają, jest zbliżonym do prostego. Jeżeli zaś drogi przecinają się pod kątem ostrym, w takim razie wózki łatwo się mogą wykołajać, ponieważ obrzeże przedniego lewego koła, gdy wózek idzie w kierunku od A do B (fig. 465), zamiast w przerwę s , łatwo

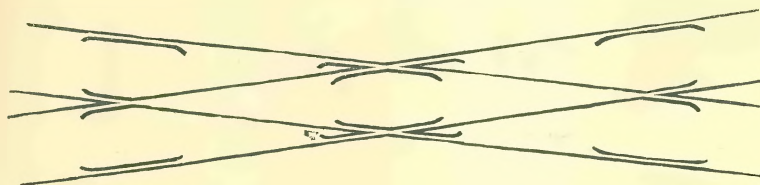


Fig. 466.

może trafić w przerwę r . Ażeby tego uniknąć, gdy drogi przecinają się pod bardzo ostrym kątem, układają przeciw-relsy (fig. 466). W każdym jednak razie podobne urządzenie nawet i z przeciwrelsami nie zupełnie zabezpiecza wózki od wykołajania się, dlatego też krzyżowania dróg pod bardzo ostreni kątami należy unikać.

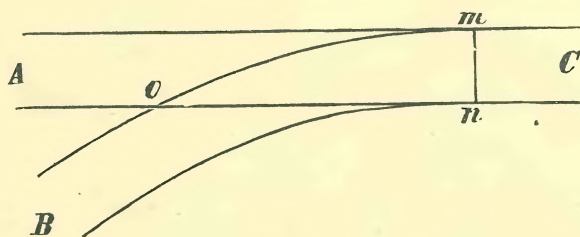


Fig. 467.

W drugim wypadku, gdy droga A , spotkawszy drogę B (fig. 467), łączy się z nią, tak, że obie drogi mają dalej tworzyć tylko jedną, wspólną, drogę C , z której można byłoby puszczać wózki tak dobrze na drogę A , jak i na drogę B , urządza ją tak zwaną *zwrotnicę*, co się uskutecznia następującym sposobem. Krzyżujące się w punkcie O (fig. 467) relsy przecinają i końce odciętych dwóch relsów, lutują, robiąc tak zwaną *krzyżownicę*, a drugie dwa końce odginają (fig. 468). Następnie w punktach m n (fig. 467) końce

releśw ścinają ukośnie, aby dobrze przystawały do releśw drogi *C* i tak dopasowane kawałki releśw, czyli tak zwane igły zwrotnicze, osadzają na pionowych osiach, aby stosownie do potrzeby mogły być przysuwane lub odsuwane od releśw głównych (fig. 469). Tak

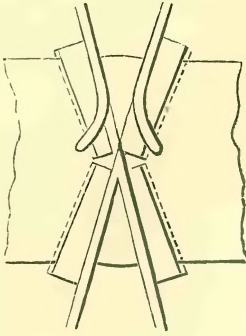


Fig. 468.

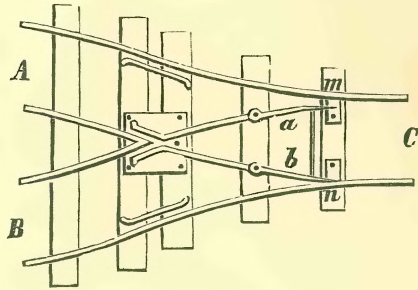


Fig. 469.

np. jeżeli wózek przechodzi z drogi *C* na drogę *A* (fig. 469), w takim razie igła *a* musi być odsunięta a igła *b* przysunięta do relsa głównego, jak wskazuje figura. Dla dogodności igły *a* *b* łączą z sobą za pomocą pręta żelaznego, aby mogły być przesuwane jedno-

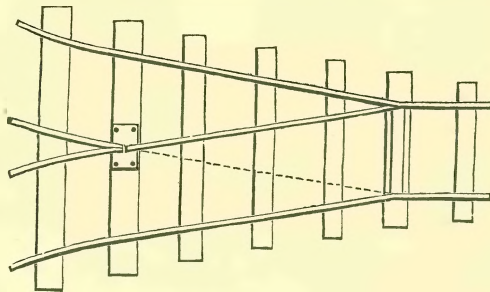


Fig. 470.

cznie. Zamiast dwóch igieł ruchomych można urządzić zwrotnicę tylko z jedną igłą ruchomą (fig. 470), lub też wcale nie robić igieł, a tylko przestrzeń między releśwami wysłać płytami z żelaza lanego lub żelaza zlewne go (fig. 471).

Figura 472 przedstawia zwrotnicę, w której igły *a* *b* przytwierdzone są nieruchomo. Przybliżając się do tego rodzaju zwro-

tnicy od strony P , wozak, zależnie od tego czy chce skierować wózek na tor R , lub tor S , naciska go w stronę prawego lub lewego relsa.

W punkcie gdzie się łączą z sobą trzy tory kolei urządząją zwrotnicę przedstawioną na figurze 473.

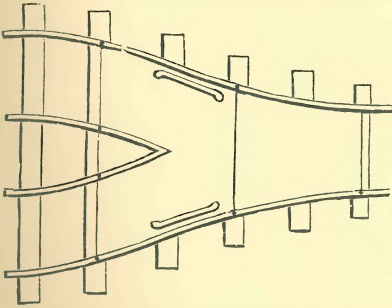


Fig. 471.

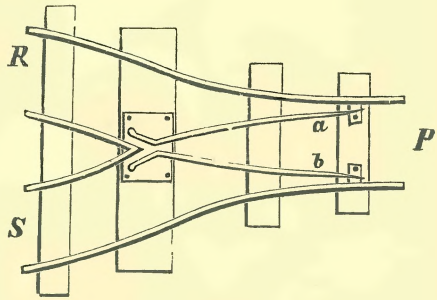


Fig. 472.

Aby zwrotnica dobrze działała, punkt, w którym się relsy krzyżują a także i kąt pod jakim się krzyżują, muszą być dokładnie oznaczone, co uskutecznia się następującym sposobem: Jeżeli dro-

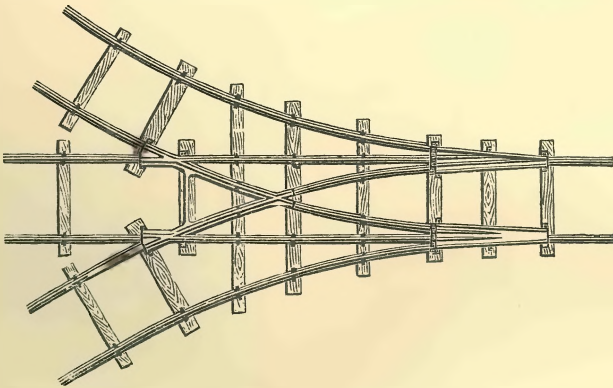


Fig. 473.

ga M (fig. 474) ma połączyć się z drogą N i utworzyć wspólną drogę P , w takim razie mając daną długość promienia krzywej wewnętrzznego relsu na drodze N i odległość między relsami, to jest szerokość toru drogi N , kreślą kwadrat $A B C D$, bok którego jest

równym długości promienia krzywej. Położenie punktu O przecięcia się relsów oznaczają z trójkąta $A O D$, w którym

$$O D = \sqrt{A O^2 - A D^2}$$

Jeżeli promień krzywej, to jest $A D$, równa się 5,70 metr., a szerokość toru 0,60 metr., to jest $A O = 5,70 + 0,60$, to

$$O D = \sqrt{(6,30)^2 - (5,70)^2} = 2,683 \text{ metr.}$$

$$\text{stycz } \alpha = \frac{5,70}{2,683} = 2,1244$$

$$\alpha = 64^{\circ} 47' 28''$$

$$\text{dopeł. } \alpha = 25^{\circ} 12' 32''.$$

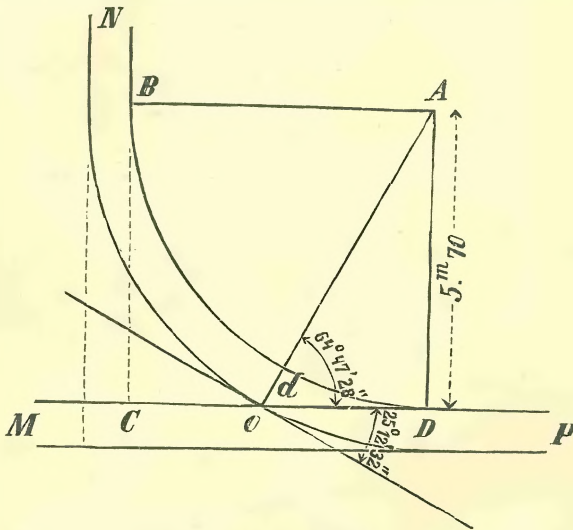


Fig. 474.

Pomosty zwrotnicze. W miejscach gdzie się krzyżuje kilka dróg, jak np. na przecięciu się chodników poprzecznych z podłużnymi i podłużnych z pochylniami, a także na podszybiach i wogóle tam, gdzie ruch jest wielki i drogi krzyżują się w różnych kierunkach, układają pomosty z płyt zwrotniczych. Płyty zwrotnicze mogą być z żelaza lanego i wtedy odlewają je z krawędziami, wystającymi po nad powierzchnię płyty, które służą do nadania kierunku kołom wózka (fig. 475 i 476). Grubość takich płyt, jeżeli pod całą płytą jest dobry fundament cementowy, wynosi od 18 do 20 mm, jeżeli fundament jest słabszy, to od 25 do 30 mm.

Często płyty robią z grubej blachy żelaznej lub stalowej, żelazne jednak płyty są mniej dogodne, bo się prędko ścierają i robią się

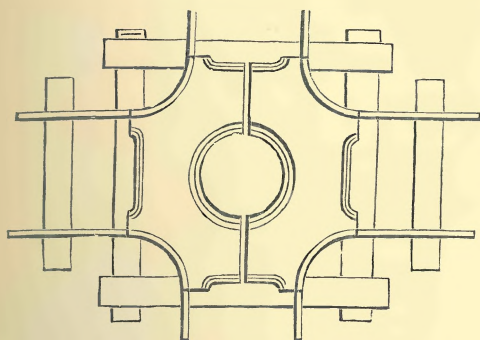


Fig. 475.

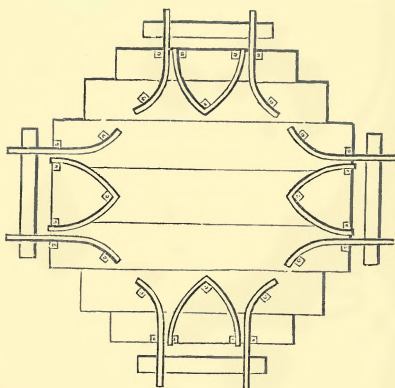


Fig. 476.

gładkie. Płyty zwrotnicze powinny być chropowate, a jeżeli po nich mają chodzić konie, to nawet prążkowane.

W ó z k i.

Każdy wózek składa się z trzech głównych części: kół, osi i skrzynki.

Koła. Koła wprzód wyrabiali z żelaza lanego, a dla zmniejszenia ich wagi, odlewali je często ze szprychami z żelaza kutego, dziś przeważnie używają kół stalowych, są one droższe, ale lepsze i lżejsze.

Obwód koła powinien być zlekka stożkowy i mieć wystające obrzeże (fig. 477). Średnica koła zmienia się od 26 do 40 ctm, u nas w zagłębiu Dąbrowskiem najczęściej używają koła, średnica obwodu których ma 339 milim., a średnica obrzeża 382 milim. Wózki z kołami o zbyt małej średnicy są niedogodne, ponieważ dla ich przewozu potrzebna jest większa siła, a prócz tego oś znajduje się zbyt blisko spodka chodnika, wskutek czego kurz i błoto łatwo dostają się do wnętrza piasty, przez co tarcie koła o oś bardzo się zwiększa. Nareszcie tam, gdzie wózki ciągną konie, im średnica koła jest mniejszą, tem hak, za pomocą którego koło przyprzega się do wózka, jest przyczepiony niżej, wskutek czego



Fig. 447.

koń unosi wózek do góry, a to powoduje częste wykolejanie się wózków.

Szerokość obwodu koła razem z obrzeżem robią 111 mm. a grubość wystającego obrzeża około 15 mm. Koła powinny być osadzone na osi w takiej od siebie odległości, aby, gdy wózek stoi na relsach, między obrzeżem koła a relsem pozostawało, z każdej strony koła, 5 mm. pustej przestrzeni.

Osie. Osie mogą być żelazne lub stalowe; przytwierdzone stale do wózka, albo też ruchome. Osie przytwierdzone stale są kwadratowe 4×4 ctm., umocowują się pod skrzynką nieruchomo, a koło obraca się na osi. Końce tego rodzaju osi robią zawsze ze stali i obtaczają w ten sposób, aby miały formę cokolwiek stożkową. Średnica końca osi 35 mm. Osie ruchome są okrągłe, od 4 do 5 ctm. w średnicy, koła przytwierdzają się na nich nieruchomo, a oś obraca się w rurze, przytwierdzonej pod skrzynką.

Koła ruchome osadzone na osiach nieruchomych są wogóle tańsze, a prócz tego, ponieważ każde z dwóch kół osadzonych na osi, ma ruch niezależny, więc przejazd wózka przez krzywe jest łatwiejszy. Niedogodność jednak tych kół pochodzi stąd, że po pewnym czasie, gdy wskutek zużycia osi i piasty, szpara między osią i wewnętrzną powierzchnią koła robi się cokolwiek większą, koło, przy toczeniu się wózka, zaczyna się chwiać na osi, wychodzi z płaszczyzny pionowej, w jakiej ciągle znajdować się powinno i wózek łatwo się wykoleja. Jeżeli zaś koła są umocowane na osiach nieruchomo, w takim razie obydwie koła i oś tworzą jedną całość, jakby były wycięte z jednego i tego samego walca, położenie więc takich kół na osiach będzie zawsze jednakowe i zawsze pionowe, bez względu na to czy oś i piasta, w której się obraca, będzie mniej lub więcej zużyta. Wózek toczący się na takich kołach, stoi na relsach pewniej i bardzo rzadko się wykoleja. Wszystko to jednak ma miejsce tylko w takim razie, jeżeli wózek toczy się w kierunku linii prostej, na krzywych zaś koła te są bardzo niedogodne. Wogóle można powiedzieć, że jeżeli droga, po której odbywa się przewóz, idzie w kierunku linii prostej, jest dobrze utrzymaną i przewóz odbywa się na znacznej odległości, wtedy należy oddać pierwszeństwo osiom ruchomym z kołami osadzonymi na nich nieruchomo. Jeżeli zaś drogi często się zakrzywiają, są źle utrzymane, odległość przewozu jest nieznaczną i z wózkami potrzeba robić dużo manewrów na pomostach zwrotniczych, w takim ra-

zie lepiej używać koła ruchome, osadzone na osiach przymocowanych nieruchomo.

Smarowanie kół i osi. Im lepiej koła są nasmarowane, tem wózek lżej idzie po relsach i tem mniejszej potrzeba siły do poruszenia go z miejsca, na dobre więc smarowanie wózków powinna być zwrócona szczególniejsza uwaga. Wózki mające osie nieruchome a koła ruchome, zwykle smarują ręcznie. Wózek przewracają i jeżeli smar jest gęsty, koło zdejmują i oś smarują pędzlem, jeżeli zaś jako smar używa się olej, w takim razie koła nie zdejmują, a tylko olej nalewają w szparę między osią i piastą koła, przyczem koło szybko obracają. Przy pierwszym sposobie smaru wychodzi mniej, ale smarowanie zajmuje dużo czasu. Próbowali

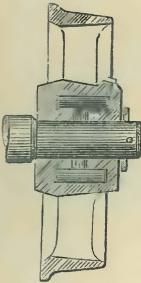


Fig. 478.

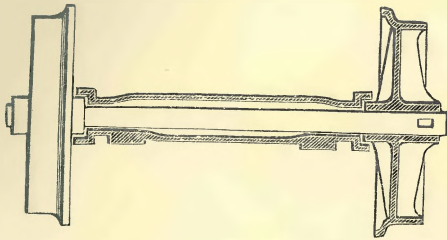


Fig. 479.

także wewnątrz piasty urządzać puszkę ze smarem (fig. 478), tak aby smarowanie odbywało się automatycznie, ale nie otrzymano dobrych rezultatów, ponieważ takie koła kosztują drogo i są bardzo ciężkie.

Smarowanie osi ruchomych odbywa się zawsze automatycznie, do czego służą puszkі Evrard'a, najczęściej u nas w zagłębiu



Fig. 480.

Dąbrowskiem używane (fig. 479 i 480). Oś obraca się w mufie z łanego żelaza, napełnionej smarem. Smar używa się gęsty i wprowadza się do mufy za pomocą szprycy, przez otwór zrobiony w boku mufy (fig. 480), który się zatyka śrubą. Na jedno nasmarowanie obudwóch osi wychodzi około jednego funta smaru, wózek smaruje się mniej więcej co 2 tygodnie. W tych kopalniach, w któ-

rych wózki często bywają wywracane na bok, jak to ma miejsce przy robotach z podsadzką, smarowanie odbywa się częściej, co 10 a nawet i co 8 dni, bo przy wywracaniu wózka zawsze się część smaru wylewa. W chodnikach gdzie jest bardzo mokro, smar wypłukuje się wodą.

Skrzynki. Skrzynki do wózków robią drewniane, żelazne i stalowe. Drewniane skrzynki robią zwykle dla wózków, pojemność których nie przewyższa pięciu korecy; przy większej pojemności oddają pierwszeństwo żelaznym. *Skrzynki drewniane* najczęściej robią czworograniaste, w poprzecznym przecięciu prostokątne. Taką formę mają skrzynki wózków używanych w naszych kopalniach węgla w zagłębiu Dąbrowskiem. Przygotowują je z desek 35 mm. grubych, a na dno, które od uderzeń przy ładowaniu węgla bardziej się psuje, biorą deski od 40 do 44 mm. grube. Zwykle wymiary skrzynki (fig. 481 i 482): długość 1,20 metr., szerokość 0,80 m., głębokość 0,60 m. Skrzynkę okuwają pasami

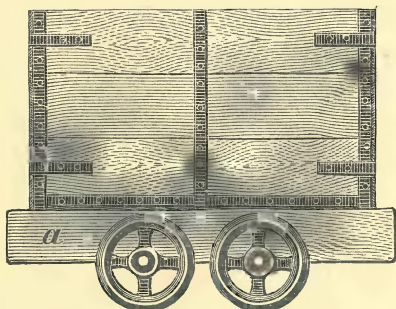


Fig. 481.

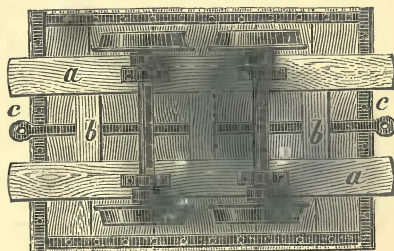


Fig. 482.

żelaznymi. Na wierzchy skrzynki na okucie biorą pasy 32 mm. szerokie i 3 mm. grube, na boki pasy 45 mm. szerokie i 6 mm. grube, na rogach i wewnątrz 50 mm. szerokie i 7 mm. grube. Skrzynka вмieszcza około 5 centnarów metrycznych (500 kilogr.) węgla; długość i szerokość skrzynek w różnych kopalniach, zależnie od miejscowych warunków, bywa różnaita, pojemność ich jednak mniej więcej jest jedna i taż sama.

Skrzynka przytwierdza się do platformy na kółkach, sama zaś platforma składa się z 2-ch podłużnych belek *a a* (fig. 482) 13×20 ctm., do których są przymocowane osie, połączone trzema poprzecznymi *b b* 10×10 ctm. Na platformie pod skrzynką przytwierdza się pas żelazny *c*, zakończony dwoma uchami, służą-

cepi do zczepiania wózków. Podłużne belki *a* zawsze powinny być dłuższe od skrzynki i wystawać z każdej strony wózka przynajmniej na kilka centymetrów, aby przy spotkaniu się wózków uderzenia otrzymywały belki, a nie skrzynki, któreby się od tego bardzo prędko niszczyły. Skrzynka powinna być szerszą od platformy, na której jest przymocowana, aby całkowicie przykrywała koła i osie. Jest to niezbędnem dlatego, aby zaoszczędzić, od uderzeń, koła i osie, których cena jest znacznie wyższą od skrzynki.

Wszystkie mutry i główki śrub, któremi jest przymocowane okucie, powinny się znajdować na zewnątrz skrzynki, w przeciwnym razie wózki bardzo prędko się zanieczyszczają wilgotnym miałem przewożonego minerału. Na to należy zwracać szczególną uwagę tam, gdzie jedne i te same wózki służą do przewożenia urabianego minerału i skał płonnych, jak np. w kopalniach węgla, w których do odbudowy zastosowany jest system robót z podszatką.

W wózkach służących do przewozu rud jeden z krótszych boków skrzynki zwykle umocowują na zawiasach, tak, że po odsunięciu zasuwki może być otwierany. Wyładowanie takich wózków odbywa się prędko i tanio, są one jednak pod tym względem niedogodne, że otwierający się bok nigdy się dobrze nie zamyka, wskutek czego, podczas przewozu, część minerału się wysypuje i bezpowrotnie traci, a prócz tego i droga bardzo się zanieczyszcza. Nareszcie i same wózki są mniej trwałe.

W niektórych kopalniach we Francji i Belgii skrzynki osadzają nie na platformie, lecz na osiach, między kołami, sama zaś skrzynka ku górze się rozszerza (fig. 483). Pojemność takich wózków może być większą, bo wygrywa się przestrzeń między kołami, a prócz tego, ponieważ przy tego rodzaju wózkach, można zwiększyć średnicę kół, a przez to ułatwić pracę wozaka, wymiary więc skrzynki mogą być większe. Z drugiej jednak strony tego rodzaju skrzynki, przy spotykaniu się wózków, są narażone na ciągłe uderzenia, muszą więc być zrobione z desek grubszych i cięższych, okucie musi

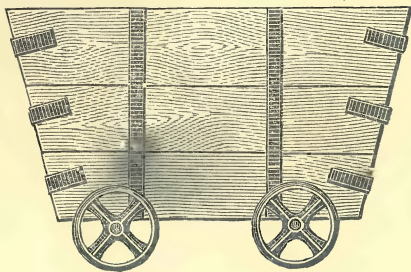


Fig. 483.

być także grubsze i cięższe, materiału wychodzi więcej i wogóle cała budowa jest droższą.

Skrzynki żelazne wyrabiają z blachy żelaznej od 3 do 4 milim. grubej, dno jednak prawie zawsze dają drewniane, ponieważ żelazne, od uderzeń przy ładowaniu wózka, bardzo się prędko zużywa. Na górnej krawędzi skrzynki zwykle robią opaskę z żelaza grubego.

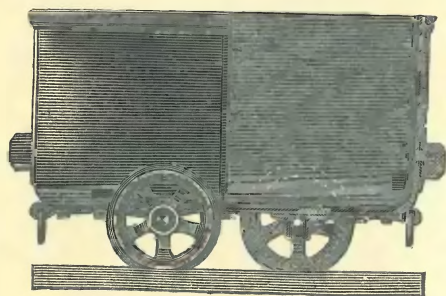


Fig. 484.

Najczęściej wózkom żelaznym dają kształt przedstawiony na figurze 484.

Wózki żelazne są lepsze od drewnianych, co ma szczególnie ważne znaczenie w kopalniach bardzo wilgotnych, w których skrzynki drewniane nasiakają wodą i robią się bardzo ciężkie. Co się zaś tyczy ich trwałości, to w praktyce okazało

się, że wózki żelazne wtedy tylko dłużej służą od drewnianych, jeżeli są zabezpieczone od uderzeń, bo blacha żelazna, będąc często uderzana, prędzej i łatwiej się uszkadza aniżeli deska. Z tego powodu tam, gdzie urabiany minerał musi być opuszczanym po pochylniach, na których wózki najbardziej się psują, wózki żelazne przedstawione na fig. 484 mało się nadają. W podobnym wypadku skrzynka żelazna musi być tak samo jak i w wózkach drewnianych, osadzona na belkach, końce których wystają po za krótkie boki skrzynki.

Naprawa wózków żelaznych jest daleko trudniejszą i kosztowniejszą aniżeli drewnianych, zastosowanie więc ich może mieć miejsce tylko tam, gdzie obok kopalni znajdują się warsztaty, które je prędko i tanio naprawiają. Prócz tego w kopalniach mających wody kwaśne, a szczególnie też w kopalniach gdzie woda zawiera w roztworze sól kuchenną, wózki żelazne zużywają się już po upływie 3 do 5 lat. W tych miejscach, dla zabezpieczenia ich od gryzącego działania wody kwaśnej lub słonej, całą skrzynię wewnątrz i na zewnątrz smarują smołą z węgla kamiennego, do której dodają trochę asfaltu. Dlatego zaś, aby smoła lepiej przystawała, wózek przed nasmarowaniem zlekką nagrzewają nad palącymi się wiórami.

Oprócz wyżej opisanych wozów, często się jeszcze używają wozy specjalnej budowy, do których należą wozy wywrotne, czyli

koleby i platformy do przewożenia drzewa. Koleba jest w ten sposób zbudowana, że skrzynka jej może się obracać około poziomego czopa bez podnoszenia kół i tym sposobem wyładowanie wózka

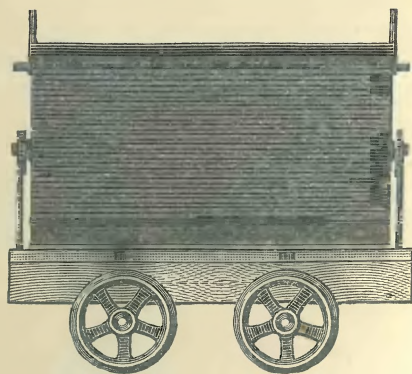


Fig. 484.

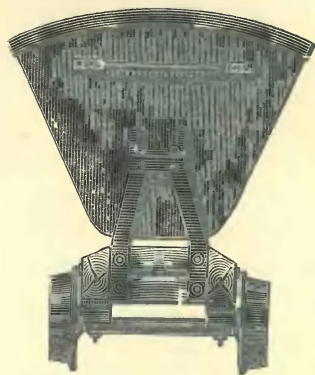


Fig. 485.

odbywa się łatwo i prędko (fig. 484 i 485). Fig. 486 przedstawia wóz wywrotny, używany do przewozu rudy i koksu przy wielkich piecach. Fig. 487 przedstawia platformę do przewozu drzewa.

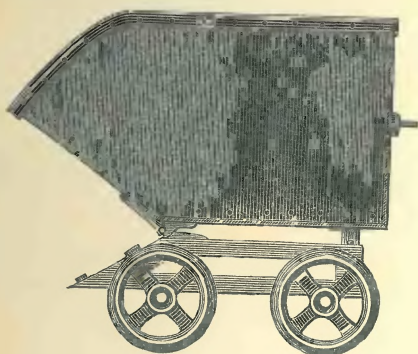


Fig. 486.

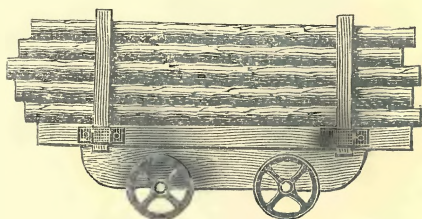


Fig. 487.

Ogólne uwagi o budowie i wymiarach wózków. Kształt i wymiary wózków zależą od wymiarów chodników, w których się przewóz odbywa i od ciężaru właściwego minerału, jaki się w wózkach przewozi. Oczywiście, że przy danej wadze minerału, jakim wózek ma być naładowany, pojemność wózka dla węgla brunatnego lub kamiennego musi być większą, aniżeli pojemność wózka

przeznaczonego do przewożenia rudy. Jak również przy jednokowej wadze ładunku, wózek musi być tem dłuższy i węższy, im wysokość i szerokość chodnika, w którym się przewóz odbywa, są mniejsze.

Projektując wózki, należy mieć na uwadze nietylko siłę, jaka jest potrzebną do poruszenia danego wózka z miejsca, ale także i siłę potrzebną do podniesienia wózka i postawienia go na relsy, w razie jeżeli się on wykolei.

W wielu kopalniach przewóz odbywa się tylko ludźmi, a tam gdzie się odbywa końmi także nie może się nigdy obejść bez pomocy robotnika. Jako więc zasadę należy przyjąć, aby wózków nigdy nie naładowywać większym ciężarem aniżeli ten, jaki jeden robotnik może bez zbyt wielkiego wysiłku z miejsca poruszyć. Opierając się na tem, częściej oddają pierwszeństwo wózkom małej objętości, w których waga przewożonego minerału nie przewyższa 500 kilogr. Takie wózki mogą być używane na chodnikach ciasnych i wązkich, a nawet mogą dochodzić do samych przodków, wskutek czego unika się przeładowania, co jest niezmiernie ważnem w kopalniach węgla. Dlatego zaś, aby ułatwić postawienie na relsy wykolejonego wózka, osie umieszczają o ile można jak najbliżej środka skrzynki, w ten sposób, aby odległość między niemi była nie wiele większą od średnicy koła danego wózka. Wózki większe i cięższe mogą być używane tylko w tych kopalniach, w których drogi są bardzo dobre i bardzo dobrze utrzymane, a to nie zawsze się zdarza.

Stosunek ciężaru pożytecznego do ciężaru martwego wózka zmienia się, w zależności od ciężaru właściwego przewożonego minerału, a przy danym mineralu i od warunków w jakich się przewóz odbywa. W kopalniach węgla stosunek ten wyraża się mniej więcej następującymi cyframi: Oznaczywszy przez

P = ciężar skrzynki,

p = ciężar platformy z kołami,

P_1 = ciężar pożyteczny, to

$P + p$ = ciężar wózka próżnego,

$P + p + P_1$ = ciężar wózka naładowanego,

$P + p = 0,50 P_1$

$p = 0,25 (P + p) = 0,125 P_1$,

$P = 0,375 P_1$

$P + p + P_1 = 1,50 P_1$.

Wózki najbardziej się psują na pochylniach, bo przy mane-

wrach na pomostach zwrotniczych są narażone na ciągle wstrząśnienia i uderzenia, powodujące częste wykołajanie się, a prócz tego podczas samego opuszczania wózka na pochylni, jeden z jego ważkich boków, wskutek nachylenia wozu, musi wytrzymywać ciężar znacznie większy, aniżeli bok drugi. Tam więc gdzie wózki często są opuszczane po pochylniach, budowa ich musi być mocniejszą i trwalszą, a co za tem idzie ich ciężar martwy musi być większy. Zmniejszając zaś ich ciężar martwy, zwiększymy koszty naprawy.

Wogóle dobry wózek powinien odpowiadać następującym warunkom:

- 1) przy dostatecznej trwałości powinien być jak najlżejszym;
- 2) ciężar martwy i kształt wózka powinny być takie, aby w razie wykołajenia wózek naładowany mógł być łatwo postawiony na relsy;
- 3) powinien przedstawiać jak najmniejsze tarcie, co się osiąga robiąc średnicę osi jak najmniejszą, a średnicę koła jak największą;
- 4) nie powinien być zbyt wysokim, aby robotnik mógł go bez trudności naładowywać i nie zbyt niskim, aby robotnik, popychając go, nie potrzebował się zbytecznie nachylać. Najodpowiedniejsza wysokość jest 80 ctm.

Spadek drogi żelaznej. Jeżeli relsy są ułożone poziomo, droga utrzymana w zupełnym porządku i wózek dobrze nasmarowany, to siła potrzebna do poruszenia wózka z miejsca i toczenia po relsach wynosi zaledwie jedną setną wagi toczącego się wózka. Najmniejsze jednak odchylenie relsów od poziomu, zupełnie zmienia warunki przewozu, robiąc go bez porównania trudniejszym, jeżeli droga się wznosi i znacznie łatwiejszym, jeżeli droga się zniża. Nareszcie przy pewnym spadku drogi, wózek może się toczyć po relsach sam przez się, bez pomocy wozaka.

Spadek, przy którym wózek, będąc poruszany z miejsca, może się toczyć dalej sam przez się, nazywa się *spadkiem równowagi*. Spadek ten jest mniejszym dla wózków napełnionych aniżeli dla wózków pustych, on musi być większym na krzywych i tem większym im promień krzywej jest mniejszym. W średnim można przyjąć, że spadek równowagi = 0,01, to jest jeden centymetr na metr bieżący. Przy takim spadku wózek naładowany, będąc poruszonym z miejsca, toczy się dalej sam przez się i wozak, popychając go, nie potrzebuje przewyciągać żadnego oporu, lecz tenże wozak

musi wykonywać pewną robotę, gdy wraca, po tej samej drodze, z pustym wózkiem.

Spadek przy którym wozak musi pracować z jednakowym nateżeniem, popychając wózek napełniony w kierunku spadku, jak również i popychając wózek pusty w kierunku odwrotnym, to jest w kierunku wzniesienia drogi, nazywa się *spadkiem jednakowego oporu*. Taki spadek dają najczęściej w kopalniach na dobrze urządzonych kolejkach. Wielkość tego spadku zależy od mniej lub więcej dobrego urządzenia drogi, od mniej lub więcej dobrego smarowania wózków i nareszcie od stosunku średnicy osi do średnicy obwodu koła. Jeżeli przez d oznaczmy średnicę osi, a przez D średnicę obwodu koła, to im ułamek $\frac{d}{D}$ jest mniejszy, tem wózek łatwiej się toczy po relsach. Wogóle można przyjąć, że spadek jednakowego oporu wynosi od 4 do 6 na 1000, to jest średnio $= 0,005$.

Jakikolwiek spadek byłby przyjętym na danej kopalni, potrzeba zwracać pilną uwagę na to, aby on był jednostajnym na całej długości drogi, inaczej przewóz robi się bardzo uciążliwym.

W kopalniach węgla, w których odbudowa pokładów prowadzi się z podsadzką, kolejki, po których w jedną stronę przewozi się węgiel, a w drugą podsadzka, powinny być ułożone zupełnie poziomo, bez żadnego spadku.

Przejazd przez krzywe. Przy toczeniu się wózka po relsach bieg jego będzie tylko w takim razie prawidłowym, jeżeli osie wózka są prostopadłe do relsów.

Jeżeli relsy są ułożone w kierunku linii prostej, osie mają położenie prawidłowe, lecz jak tylko wózek wejdzie na krzywą, osie natychmiast przyjmują położenie nieprawidłowe, bo przestają być prostopadłe do relsów. Dlatego aby na krzywej oś była prostopadłą do relsów, musiałaby przyjąć kierunek promienia krzywej, co jest niemożliwem, ponieważ osie są do siebie równoległe. Z drugiej strony jeżeli oś wózka nie jest prostopadłą do relsów, płaszczyzny kół wózka tworzą z relsami pewien kąt i obrzeża kół przyjmują położenie cięciwy łuku $a b$ (fig. 488), wskutek czego tarcie obrzeża o rels znacznie się zwiększa i koło daleko więcej się zużywa. Szczególnie tarcie się zwiększa w punktach a i d , w których obrzeża stara się przeskoczyć przez rels. Niezależnie od tego tarcie obrzeża o rels zwiększa się jeszcze i wskutek siły odśrodkowej, pod

działaniem której wózek zostaje odepchnięty w stronę relsa zewnętrznego, tak że obrzeże przyciska się do relsa. Działanie zaś siły odśrodkowej tem jest większe, im promień krzywej mniejszy i prędkość ruchu większa, tak że przy większej prędkości, wózek może się nawet wykołować.

Nareszcie, ponieważ rels zewnętrzny jest dłuższy aniżeli wewnętrzny, więc koło toczące się po nim musi w jednym i tym samym czasie przejść drogę dłuższą, aniżeli koło toczące się po relsie wewnętrznym, to jest musi w jednym i tym samym czasie zrobić większą liczbę obrotów około osi. W tych więc wózkach, w których osie są ruchome, a koła osadzone na nich nieruchomo, gdy wózek przechodzi przez krzywą, koła przestają się obracać i tylko ślizgają się po relsach, wskutek czego tarcie obwodu koła o relsy znacznie się zwiększa i przewóz staje się daleko trudniejszym.

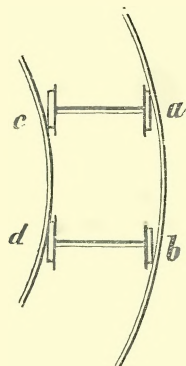


Fig. 488.

Oznaczmyś kąt w środku krzywej przez α (fig. 489), średni promień krzywej przez R i odległość między relsami przez $2l$; długość drogi jaką koło przechodzi po relsie zewnętrznym wyrazi się przez $(R + l)\alpha$, długość zaś drogi, jaką koło przechodzi po relsie wewnętrznym $(R - l)\alpha$, różnica zaś długości tych dróg $(R + l)\alpha - (R - l)\alpha = 2l\alpha$. Skąd wypada, że przy danym kącie α różnica długości drogi będzie tem większą, im większą jest odległość między relsami.

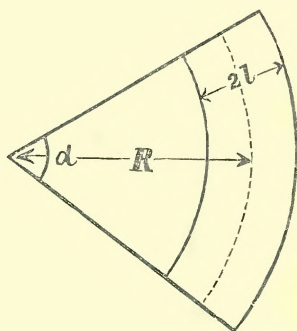


Fig. 489.

Wszystkie te niedogodności mogą być w znacznej części usunięte następującym sposobem:

1. Im osie wózka leżą bliżej siebie, tem położenie ich będzie bardziej zbliżonem do kierunku promienia krzywej, przez którą przechodzi wózek. Należy więc osie umocowywać jak najbliżej siebie, tak aby odległość między niemi była nie wiele co większą od średnicy koła wózka.

2. Podnosząc cokolwiek zewnętrzny rels, przeszkadzamy

wykojeniu się wózka zależącemu od działania siły odśrodkowej, ponieważ wózek, przechodząc przez krzywą, nachyli się w stronę relsa wewnętrznego. Wysokość na jaką należy podnosić zewnętrzny rels, zależy od prędkości ruchu wózka, ponieważ zaś w kopalniach prędkość ruchu jest wogóle nieznaczna, zewnętrzny więc rels zwykle nie podnoszą. Tam jednak gdzie jest przewóz maszynowy, zewnętrzny rels podnoszą na 2 do 3 ctm. wyżej.

3. Nareszcie niedogodności wypływające z różnicy długości, jaką musi przejść koło toczące się po relsie zewnętrznym i wewnętrznym zmniejszają.

a) Robiąc szerokość toru kolei jak najmniejszą, chociaż z drugiej strony odległość między relsami nie może być mniejszą nad 45 ctm., ponieważ wózki musiałyby być bardzo ciężkie i bardzo długie, a więc przy osiach osadzonych blisko siebie bardzo wywrotne.

b) Na każdej z dwóch osi osadza się jedno koło nieruchomo a drugie ruchomo, tak że każde ma ruch niezależny, a więc każde może zrobić inną ilość obrotów.

c) Robiąc obwód koła cokolwiek stożkowy. Jak wyżej wspomnieliśmy, wskutek działania siły odśrodkowej, wózek stara się

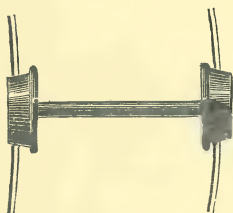


Fig. 490.

zbliżyć do relsa zewnętrznego (fig. 490); jeżeli więc obwód koła będzie miał formę stożka, to w miarę tego jak wózek będzie się zbliżał do relsa zewnętrznego, średnica toczącego się po tym relsie koła będzie się zwiększać, a jednocześnie średnica koła toczącego się po relsie wewnętrznym będzie się zmniejszać. Tym więc sposobem, nawet i przy jednakowej ilości obrotów, jakie te koła zrobią, droga przebyta przez koło zewnętrzne będzie dłuższą od drogi przebytej przez koło wewnętrzne. Wózki z kołami stożkowymi rzadziej się wykołują i na drogach prostoliniowych, bo jeżeliby wskutek jakiegokolwiek przyczyny, wózek za nadto by się zbliżył, np. do lewego relsa, promień lewego koła zarazby się zwiększył, a promień prawego koła zmniejszył, lewe koło musiałoby wtedy przebieść drogę dłuższą, a ponieważ, będąc osadzone na osi nieruchomo, ono nie ma ruchu niezależnego, wózek więc sam przez się musiałby się przesunąć na środek drogi.

Przy kołach stożkowych relsy muszą być umocowane w ten

sposób, aby główka była nachylona ku środkowi drogi tak, aby obwód koła przylegał do niej całą swoją powierzchnią.

Motory używane do przewozu. Przewóz ludźmi. Przewóz ludźmi odbywa się zwykle tylko w niskich chodnikach i na małe odległości. Skuteczność pracy wozaka, to jest ilość centnarów metrycznych minerału, jaką on może przewieźć w ciągu dniówki, na daną odległość, na różnych kopalniach, a nawet w jednej i tej samej kopalni, bywa bardzo rozmaita. Zmienia się ona, w dosyć szerokich granicach, zależnie od odległości, na jaką wozak dany minerał przewozi, zależnie od stanu, w jakim się droga i wózki znajdują, od profilu drogi, nareszcie od wymiarów i formy poprzecznego przecięcia chodnika, temperatury powietrza w danym chodniku i mniej lub więcej dobrej wentylacji chodnika.

Jako bardzo zadawalniający rezultat należy uważać 50 centnarów metrycznych przewiezionych przez wozaka na odległość 1-go kilometra. U nas w kopalniach węgla w Dąbrowie jeżeli praca wozaka dochodzi do 4 ton-kilometrów, uważa się za bardzo dobrą. Dla naładowania wózka węgla o pojemności 5 centnarów metrycznych, potrzeba około 15 minut, a na wypróżnienie 3 minuty.

Na skuteczność pracy wozaka ma jeszcze znaczny wpływ i sposób, w jaki się używa jego siłę. Przedewszystkiem, aby otrzymać maximum skuteczności pracy, nie należy nigdy zmuszać robotnika wyężać swe siły aż do wyczerpania. Skąd wypada, że długość przewozu nie powinna być nigdy zbyt wielką. Jeżeli więc odległość, na którą odbywa się przewóz, jest znaczną, należy drogę rozdzielić na kilka równych części i w końcu każdej urządzić stację, tak aby wozak pchał pełny wóz tylko jedną część drogi, a przyszedłszy do stacji, mógł oddać swój wóz innemu i wrócić z próżnym. Na Szląsku dla ładowaczy oznaczoną jest odległość 77 metrów, dla wozaków 165 metr., a dla koni 455 metr.

Przy przewozie ludźmi bardzo ważną rolę odgrywają lata i siła fizyczna wozaka. Po dobrej drodze wózki z węglem o pojemności 5-ciu centnarów metrycznych z łatwością popychają wyrostki mające po lat 16. Wózki większej pojemności, szczególnie jeżeli droga ma niejednakowe spadki, mogą być popychane tylko przez silnych młodych ludzi.

Najtrudniejszym jest przewóz po drogach z bardzo dużym spadkiem, jakimi często są połączone przodki z chodnikiem głównym. W tych razach wozak, opuszczając pełny wózek, hamuje koła, całą zaś siłę wyęża wracając z pustym wózkiem pod górę.

Odległość przewozu nie powinna być wtedy większą nad 50 metrów, a spadek nie powinien przenosić 10°. Zaczynając od 10° należy już urządzać pochylnie z hamulcem.

Przewóz końmi. Chodniki, w których się odbywa przewóz końmi muszą mieć co najmniej 2 metry wysokości i 1,80 metr. szerokości. Spodek chodnika musi być twardy, ale nie gładki, bo inaczej konie się bardzo ślizgają, przez co skuteczność ich pracy znacznie się zmniejsza. Z tych powodów podłoga ułożona z drewnianych bali nie jest odpowiednią, nawet i wtedy, gdy na niej są przybite poprzeczne żerdzie. Znacznie lepsze są drogi szosowane, a najlepsze wybrukowane drewnianymi kostkami, ułożonemi na sztorc. Kostki takie otrzymują rozpiłowując, na kawałki odpowiedniej długości, stare połamane stemple, wyjęte przy naprawach obudowy, o czem było wspomniane wyżej, przy opisanu sposobów układania podziemnych kolei żelaznych.

Po dobrej drodze, w chodnikach głównych i przecznicach, koń ciągnie naraz 8 wózków, o pojemności 500 kilogr., po gorszej drodze tylko 6, a nawet i mniej. Nareszcie na bardzo dobrze urządzonych drogach liczbę wozów można zwiększyć do 10-ciu a nawet i więcej. Wozy łączą z sobą za pomocą spinek w jeden pociąg

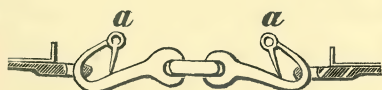


Fig. 491.

i przy każdym pociągu jest jeden robotnik, tak zwany koniarz. Spinka do łączenia wozów przedstawioną jest na figurze 491. Składa się ona z dwóch haków, połączonych kółkiem, w każ-

dym zaś z haków jest zrobiony otwór *a*, przez który przechodzi małe kółeczko, zamykające hak. Spinki te są pod tym względem dobre, że wózek nie może się nigdy odczepić od pociągu, co jest bardzo ważne mianowicie na pochylniach, mają jednak tę niedogodność, że kółkami zamykającymi haki, robotnicy przyciskają sobie palce i nieraz nawet dosyć ciężko je kaleczą.

Stajnie dla koni pracujących w kopalni mogą być urządzone na powierzchni ziemi, lub w samej kopalni. Jeżeli stajnia jest na powierzchni, codzienne opuszczanie i podnoszenie koni zajmuje dużo czasu, a prócz tego zauważono, że w zimie spocone konie, podniesione na powierzchnię ziemi po całodziennej pracy, wracając do stajni, bardzo łatwo się zaziębiają. Stajnie podziemne powinny być bardzo dobrze urządzone i bardzo starannie utrzymywane.

Podłoga powinna być wybrukowana, lub wyłożona ceglami i mieć spadek, aby nieczystości łatwo spływały. Stajnia powinna być dobrze przewietrzana, jak najstaranniej oczyszczana z nawozu i do stajni powinna być doprowadzona woda zdatna do picia. Podłogę należy od czasu do czasu dobrze zlewać wodą, a dla oczyszczania stajni od uryny, dobrze jest używać proszku torfu, który nasiąka uryną i pochłania cuchnące gazy.

Powietrze wychodzące ze stajni nie powinno być wpuszczane do żadnych robót, a tylko wychodzić najkrótszą drogą wprost do szybu wentylacyjnego.

Przewóz maszynowy.

Pierwsze próby przewozu maszynami były zrobione w połowie zeszłego stulecia, w kopalniach węgla w Anglii, gdzie, wskutek wyjątkowo prawidłowego zalegania pokładów, dały zupełnie zadawalniające rezultaty. Na kontynencie jednak, gdzie pokłady zalegają daleko mniej prawidłowo, przewóz maszynowy, jeszcze przed dwudziestu kilkoma laty, należał do rzadkości; ponieważ nie potrafiąco go zastosować w chodnikach mających zakrzywienia. Dziś, gdy zbudowano przyrządy pozwalające przewozić pociągi na krzywych nawet o najmniejszych promieniach, przewóz maszynowy wszedł na kopalniach w powszechne użycie.

Przewóz maszynowy jest tańszy od przewozu końmi, ruch wozów jest przy nim więcej prawidłowy i regularny, drogi przewozowe mniej się zużywają i wymagają mniej naprawy, a to wszystko znacznie obniża koszty produkcji. Szczególnie wielkie usługi oddaje przewóz maszynowy w kopalniach węgla, w których zachodzi potrzeba przewożenia ogromnej masy minerału, mającego stosunkowo bardzo nieznaczną wartość.

Zastosowanie przewozu maszynowego ma oprócz tego bardzo wielki wpływ na polepszenie wentylacji, bo usuwając konie z kopalni i zmniejszając liczbę wozaków w chodnikach, można znacznie zmniejszyć ilość świeżego powietrza jaka się bez potrzeby zużywała w kopalni. Ponieważ każdy koń zużywa w kopalni co najmniej 1 metr sześcienny powietrza na minutę, przy zastosowaniu więc przewozu maszynowego zaoszczędza się, w przeciągu każdej minuty, tyle metrów sześciennych powietrza, ile koni było zatrudnionych w kopalni i cała ta ilość powietrza może być doprowadzoną do przodków i użyta na ich odświeżenie. Oczywiście więc, że wentylacja kopalni

znacznie się polepszy. Okoliczność ta ma bardzo wielkie znaczenie u nas w zagłębiu Dąbrowskiem, gdzie wskutek wielkiej twardości węgla, jesteśmy zmuszeni używać bardzo znacznych ilości matryałów wybuchowych, silnie zanieczyszczających powietrze kopalniane.

Dziś powszechnie przyjmują, że w każdej kopalni, w której przy przewozie zajętych jest 7 koni, przewóz końmi może być już z korzyścią zastąpiony przewozem maszynowym.

Różne sposoby przewozu maszynowego mogą być sprowadzone do trzech następujących:

- 1) przewóz linowy;
- 2) przewóz łańcuchowy — i
- 3) przewóz lokomotywami.

Przewóz linowy.

Przewóz linowy polega na tem, że wózki przyczepione do liny drucianej, ciągnie maszyna stale ustawiona w samej kopalni, w bliskości głównej stacyi przewozowej. Może się on odbywać różnymi sposobami, między którymi odróżniają:

- a) przewóz za pomocą dwóch maszyn i dwóch lin;
- b) przewóz za pomocą liny przedniej i tylnej;
- c) przewóz za pomocą dwóch lin przednich i jednej tylnej—i
- d) przewóz za pomocą liny bez końca.

Przewóz za pomocą dwóch maszyn i dwóch lin. Ten sposób przewozu znany jest w Niemczech pod nazwą *przewozu za pomocą liny i przeciwliny* (Förderung mit Seil und Gegenseil); przedstawiony on jest na figurze 492. W końcach chodnika *A B*, po którym przewóz ma się odbywać, ustawiają dwie maszyny, z któ-

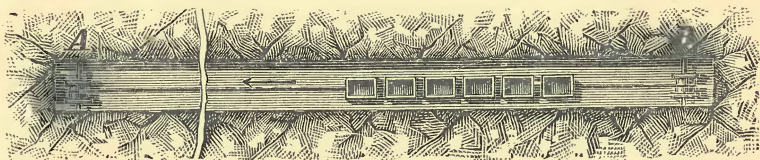


Fig. 492.

rych jedna dla przewozu wózków naładowanych, czyli, jak mówią, maszyna dla liny, a druga dla przewozu pociągów z wozami pustymi, to jest maszyna dla przeciwliny. Na całej długości chodnika ułożony jest pojedynczy tor relsów, na końcach jednak chodnika,

gdzie są urządzone stacje, na których się zestawiają pociągi, musi być ułożony tor podwójny, ponieważ pociąg wozów próżnych musi być przygotowany do odejścia wprzód, aniżeli nadejdzie pociąg z wozami naładowanymi. Przed stacjami, gdzie tor się rozdwaja, urządzone są zwrotnice, pozwalające puszczać pociąg na jeden lub drugi tor kolei.

Wzdłuż chodnika, między relsami, są ułożone krążki, nadające kierunek linii, które ją jednocześnie zabezpieczają od ścierania się o spodek chodnika.

Maszyny mogą być postawione w końcach chodnika, albo też z boku chodnika, w tym ostatnim jednak razie lina idąca do bębna musi owijać koło linowe, nadające jej kierunek. Obydwie maszyny są zupełnie jednakowe i każda z nich opatrzona jest bębniem takiej średnicy, aby na niego mogła się nawinąć nie tylko cała lina ciągnąca pociąg, ale jeszcze i kilka zwojów zapasowych.

W każdej maszynie połączenie bębna z wałem musi być zrobione w ten sposób, aby bęben z łatwością mógł być zluzowany, to jest aby się mógł obracać wtedy, gdy maszyna znajduje się w spoczynku.

Jeżeli na stacyi *A* jest maszyna, która ciągnie wózki naładowane, to jest maszyna dla liny, a na stacyi *B* jest maszyna, która ciągnie wózki próżne, to jest maszyna dla przeciw liny, to gdy pociąg ma odejść w kierunku od *B* do *A*, lina przyczepiona do bębna *A* jest rozwinięta i leży na krążkach, wzdłuż chodnika, a przeciw-lina jest nawinięta na bęben. Przed odejściem pociągu, wprzód aniżeli się ma puścić w ruch maszynę *A*, należy bęben maszyny *B* zluzować; gdy pociąg ruszy, lina, koniec której jest przyczepiony do pierwszego wózka, zacznie się nawijać na wał maszyny *A*, a przeciw-lina, koniec której jest przyczepiony do ostatniego wózka pociągu, zacznie się rozwijać z wału maszyny *B*, przyczem luźno osadzony bęben maszyny *B* będzie się obracać.

Wozy próżne na stacyi *A* muszą być zestawione w pociąg wprzód, aniżeli nadejdą pełne, aby mogły być zabrane zaraz po przyjeździe pociągu. Po przyjeździe pociągu na stację, linę odczepia od wozu robotnik obsługujący stację, albo też odczepia się ona automatycznie, o czem będzie wspomniane dalej.

Maszynista prowadzący maszynę musi być dokładnie obznajmiony ze wszystkimi nieprawidłowościami chodnika przewozowego, znać dobrze wszystkie zakrzywienia, jak również i miejsca gdzie są większe lub mniejsze spadki. Prócz tego maszynista zawsze

musi być dokładnie poinformowanym: w którym miejscu chodnika, w danej chwili, pociąg się znajduje, aby, dla zapobieżenia wykolejania się pociągu, mógł we właściwych miejscach, prędkość biegu maszyny zwalniać, lub zwiększać. W tym celu w komorze maszynowej, naprzeciwko maszynisty, umieszcza się przyrząd, wprowadzany w ruch przez samą maszynę, który mu wskazuje, w każdej chwili, położenie pociągu biegnącego wzdłuż chodnika. Przyrząd ten składa się z deski, ustawionej pionowo i przedstawiającej w małej skali przecięcie podłużne chodnika, po tej desce przesuwa się, między kierownikami, strzałka, wyobrażająca pociąg. Strzałka jest przytwierdzoną do sznurka, przechodzącego przez krążek, umieszczony na wierzchołku deski, drugi zaś koniec sznurka jest przytwierdzony do walca, otrzymującego ruch od maszyny. Sznurek nawijając się na walec, lub rozwijając się z niego, podnosi lub opuszcza strzałkę, która tym sposobem wskazuje miejsce znajdowania się pociągu w chodniku.

Relsy w chodnikach, w których jest urządzony przewóz maszynowy, muszą być cięższe od relsów używanych do przewozu ręcznego. Zwykle do przewozu maszynowego używają relsy mające 75 do 80 mm. wysokości, z główką od 30 do 35 mm. grubą, a szerokość ich pięty wynosi 60—65 mm. Relsy żelazne są mniej trwałe i prędzej się zużywają od stalowych, są jednak dogodniejsze do przewozu maszynowego pod tym względem, że się mniej łamią przy uderzeniach. Podkłady używają zwykle dębowe, 100 mm. grube i 120 do 150 mm. szerokie, ułożone w odległości od 80 ctm. do 1,00 m. Podkłady powinny dobrze przystawać, całą swoją powierzchnią, do spodka chodnika.

Na stacyach, odległość pomiędzy jednym torem kolejki a drugim, powinna być taką, aby między wózkami było swobodne przejście.

Krążki nadające kierunek linom umieszczają po środku toru kolejki, między relsami, a na stacyach, gdzie tor jest podwójny, pomiędzy jednym a drugim torem.

W chodnikach idących w kierunku linii prostej, krążki, po których przesuwa się lina, wytrzymują tylko ciśnienie z góry, które jest zależne z jednej strony od wagi liny, a z drugiej od jej naprężenia. Ciśnienie to, w miejscach gdzie spodek chodnika ma wypukłości, jest największe, a na wklęsłościach — najmniejsze.

Krążki używane do nadania należytego kierunku linie, są przedstawione na figurach 493 i 494. Jest to krążek z lanego że-

laza o średnicy 200 do 280 mm., szerokość obwodu którego wynosi 150 do 200 mm., grubość osi 20 do 25 mm. Oś przytwierdza się nieruchomo do podłużnych belek, przybitych do podkładów, równolegle do relsów, a krążek obraca się około osi. Oś powinna być

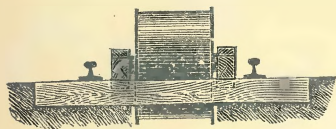


Fig. 493.



Fig. 494.

cokolwiek dłuższą od szerokości obwodu krążka, ponieważ podczas biegu pociągu, szczególnie gdy pociąg biegnie z większą prędkością, pierwszy i ostatni wózek zawsze się kołysze, gdy więc lina do niego przyczepiona zacznie się bujać, krążek musi się cokolwiek po osi przesuwać.

Używają także krążki, osie których obracają się w łożyskach, a krążki są osadzone na nich nieruchomo. Te krążki są lepsze, ale znacznie droższe, a prócz tego mają jeszcze tę wadę, że przy najmniejszym skrzywieniu łożyska, które przy ciągłych wstrząśnięciach, łatwo może nastąpić, krążek przestaje się obracać, co się zdarza z krążkami obracającymi się na osi daleko rzadziej.

Ponieważ lina, przez ciągle tarcie o krążki z lanego żelaza, zużywa się prędkiej, dla zapobieżenia więc temu, używają jeszcze krążki drewniane, które otrzymują obtaczając kawałki klocków bukowych odpowiedniej długości i grubości. Dlatego zaś aby wewnątrz krążka drewnianego, przez tarcie o oś żelazną, nie tak prędko się zużywało, w obtoczony kloc wstawiają rurę z lanego żelaza, a dopiero w tę rurę oś krążka. Krążki drewniane z obu stron okuwają pasami żelaznymi. Same jednak krążki drewniane rzadko się używają, zwykle co 3, lub co 4 krążki drewniane, ustawiają jeden krążek z lanego żelaza, inaczej lina bardzo prędko ściera powierzchnię krążków i robi je niezdatnymi do użytku.

Odległość między krążkami zależy głównie od wysokości, na jakiej krążki są przytwierdzone nad spodkiem chodnika. Ta ostatnia zaś wysokość zależy od budowy wozu i musi być w ten sposób obliczona, aby pomiędzy górną powierzchnią krążka i osią wozu, lub łożyskiem, w którym oś spoczywa, pozostawała się jeszcze pusta

przestrzeń od 1 do 2 ctm. Dopiero gdy wysokość, na jakiej kółka mają być umocowane nad spodem chodnika, jest już wiadomą, wyznaczają odległość między kółkami, mając na uwadze, aby przeciw-lina, wlokąca się z tyłu pociągu, nie dotykała się spodka chodnika. Odległość między kółkami wynosi od 4 do 8-miu metr.

Na zakrzywieniach chodnika lina wywiera na kółka ją podtrzymujące dwojakiego rodzaju ciśnienie: jedno w kierunku pionowym, takie same jak

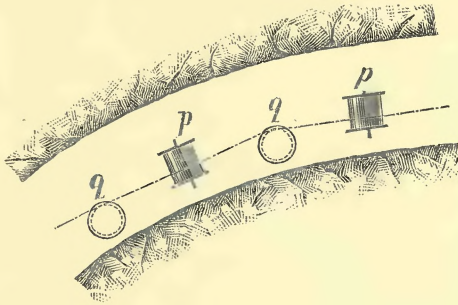


Fig. 495.

wym, takie same jak w chodnikach prostoliniowych i drugie boczne, w kierunku promienia, ku środkowi krzywej. Dlatego też na zakrzywieniach kółka muszą być urządzone inaczej, a mianowicie: albo stawiają naprzemian dwojakiego rodzaju kółka,

z których jedno p mają oś osadzoną poziomo, a drugie q z osią pionową (fig. 495), albo też wyrabiają specjalne kółka, z osiami nachylenymi pod pewnym kątem i mianowicie z osiami podniesionymi w kierunku do środka krzywej. Jeżeli pociąg przechodzi przez zakrzywienia o znacznych promieniach, kółka na zakrzywieniu mogą być takie same jak i w częściach chodnika idących w kierunku linii prostej, tylko osadzone na osiach cokolwiek nachylnych (fig. 496). Na takich kółkach lina ciągnąca pociąg przechodzi przez górną

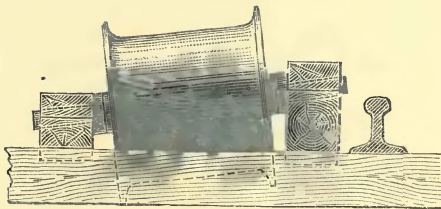


Fig. 496.

część obwodu kółka, a przeciw-lina przez część dolną obwodu. Tam jednak gdzie zakrzywienia w chodnikach mają małe promienie, tego rodzaju kółka są już niewystarczające i wtedy trzeba ustawiać kółka ukośne (fig. 497 i 498), kółka te składają się z ramy A , z lanego żelaza, opatrzonej płytami cc , do których się przyśrubowuje łożyska z otworami dd dla osi kółka. Kółko r jest osadzony na osi nieruchomo, a oś obraca się w łożyskach. Z jednej

strony krążek jest opatrzony bardzo szerokiem obrzeżem, podtrzymującym linę. Rama wraz z krążkiem przytwierdza się do podkła-

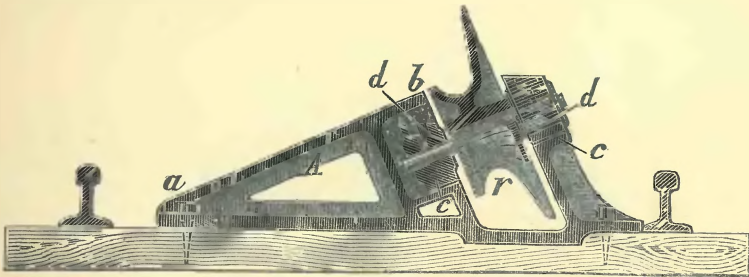


Fig. 497.

dów śrubami. Odległość między krążkami zależy od wielkości promienia krzywej, wogóle jednak lepiej jest rozstawiać je dalej,

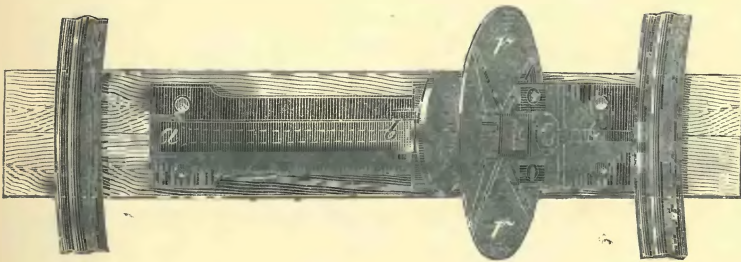


Fig. 498.

ograniczając liczbę krążków, ponieważ każdy krążek zwiększa naprężenie liny.

Środki zabezpieczające wozy od wykolejania się. Przy przewo-
zie maszynowym prędkość biegu pociągów jest wogóle dosyć
znaczną, wskutek czego wozy są narażone na częste wykolejanie
się, szczególnie jeżeli przyjąć pod uwagę, że wozy kopalniane często
się psują i uszkodzenie wozu nie zawsze może być zauważone przed
odejściem pociągu. Że zaś wykolejenie się pociągu może być przy-
czyną bardzo poważnych uszkodzeń w chodniku przewozowym
i pociągnąć za sobą znaczną przerwę w robotach, należy więc sta-
rać się oto, aby wykolejony wóz mógł być natychmiast postawiony
na relsy. Do tego celu służy urządzenie przedstawione na figu-

rach 499 i 500. Wzdłuż relsów i po obu ich stronach przytwierdzają drewniane kierowniki *a*, wyższe aniżeli relsy, które w tych miejscach, w których koła pociągu mogą się dotykać kierowników, objają blachą żelazną. Kierowniki muszą być bardzo silnie przy-

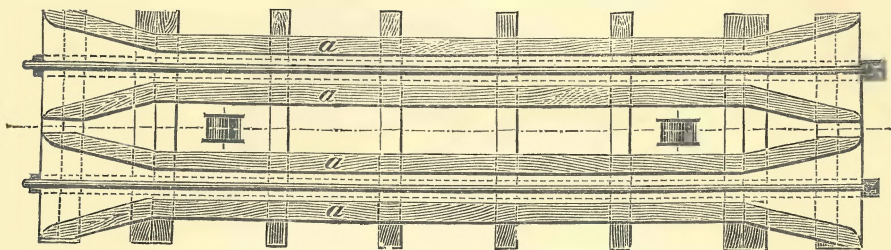


Fig. 499.

mocowane, one są wcięte w podkłady i do nich przyśrubowane, a często połączone z samymi relsami, za pomocą poziomych śrub,

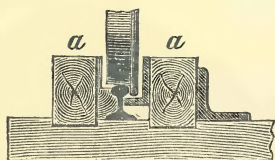


Fig. 500.

przechodzących przez otwory zrobione w szyjce relsa. Przestrzeń między kierownikiem a relsem także wypełnia się drzewem, z jednej strony aż do poziomu główki relsa, a z drugiej cokolwiek niżej, aby się pozostało wolne miejsce na obrzeże koła (fig. 500). Końce kierowników są połączone z ukośnie przy-

bitymi belkami (fig. 499), również obite blachą żelazną, tak, że każdy wykolejony wóz, jak tylko dojdzie do miejsca gdzie są urządzone kierowniki, musi wejść napowrót na relsy. Tego rodzaju kierowniki urządza się, stosownie do miejscowych warunków, w odległości od 150 do 250 met. wzdłuż chodnika, po którym się odbywa przewóz maszynowy. One powinny być urządzone na końcu każdego zakrzywienia, bo tam się najczęściej wozy wykoleją.

Zstawianie pociągów. Wozy powinny być z sobą połączone w ten sposób, aby pociąg nie mógł być rozerwanym, dlatego też spinki muszą być bardzo mocne i zrobione bardzo starannie, dla pewności ich często wyrabiają z żelaza otrzymanego na węglu drzewnym.

W chodnikach przewozowych zupełnie prostych, lub też z bardzo małemi zakrzywieniami, liny idące od maszyn, przyczepiają wprost do pierwszego i ostatniego wozu pociągu. Jeżeli

jednak chodnik ma silne zakrzywienia, w takim razie pozostawienie liny wlokącej się za pociągiem bez kierownika, nie przedstawia dostatecznego bezpieczeństwa, dlatego też w podobnych chodnikach ostatni wóz w pociągu musi być opatrzone przyrządem nadającym kierunek linie.

Jeżeli przy pociągu jest konduktor, który jeździ z pociągiem, w takim razie dla konduktora buduje się oddzielny wózek, który się przyczepia na końcu pociągu i przy tym wózku jest przyrząd nadający kierunek linie wlokącej się za pociągiem. W swoim wózku konduktor powinien mieć zawsze młotek, małe kowadło, dłuto, zapasowe spinki i inne przyrządy potrzebne na wypadek zerwania się liny, lub wykołajenia się wozu.

Wózek dla konduktora przedstawiają figury 501 i 502. Powinien on być ciężki, aby się nie mógł wykołajić i z wyjątkiem tylko

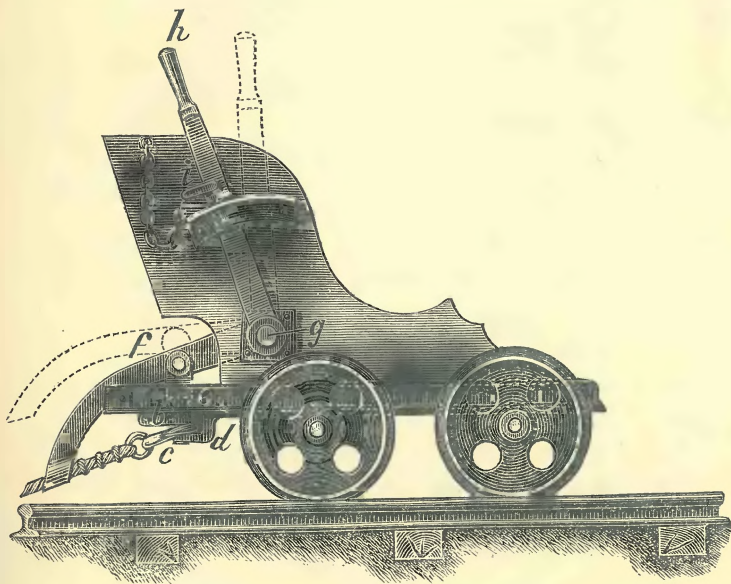


Fig. 501.

drewnianych ławeczek, jakie się w nim znajdują, jest cały żelazny. Boczne ściany tego wozu są dużo wycięte, aby, w razie potrzeby, konduktor mógł w każdej chwili dogodnie i prędko z niego wyskoczyć.

Pod skrzynią, do dna wózka, jest przymocowany pas żelazny,

którego jeden koniec jest zakończony hakiem, drugi zaś koniec jest opatrzony uchem *b*. Zaraz za uchem *b* znajduje się nasadka *d*, za-
gięta pod kątem prostym, przyczem wysokość tej nasadki powinna

być taką, aby hak *c* przymo-
cowany do przeciw-liny mógł
się w niej pomieścić. Koniec
pasa żelaznego, idącego pod
wozem, wraz z nasadką *d*,
przedstawiony jest, w wię-
kszej skali, na figurach
503 i 504. Przez nasadkę *d*

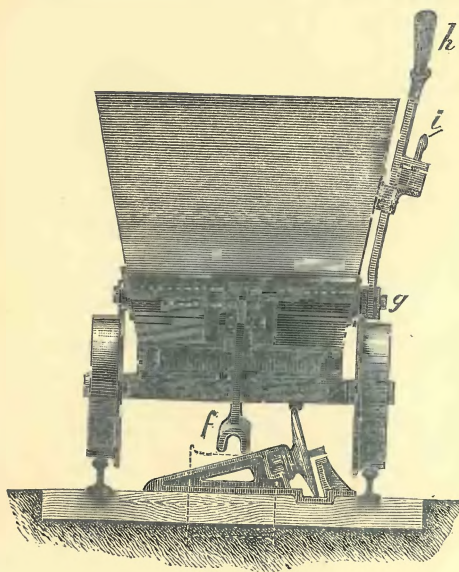


Fig. 502.

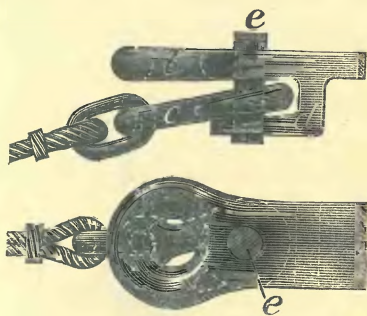


Fig. 503. Fig. 504.

i przez koniec pasa (fig. 503) przechodzi otwór w kierunku pionowym, w który się wstawia sworzeń *e*. Sworzeń ten musi być dobrze dopasowany i z łatwością się wyjmować. Po wstawieniu haka *c* w nasadkę *d*, opuszczają sworzeń *e* i wtedy wózek jest połączony z pociągiem. Jeżeli zaś sworzeń *e* wyjąć, to wóz zostanie odczepionym. Górny koniec sworznia *e* jest połączony, na zawiasie, z drążkiem *f* (fig. 501), osadzonym na osi *g*, na tej samej zaś osi *g* osadzony jest, na zewnątrz wozu, drążek *h*. Przesuwając więc drążek *h*, można sworzeń *c* wstawiać i wyjmować i tym sposobem wóz przy-
czepiać do pociągu, lub od niego odczepiać.

Drażek *f* służy do nadania kierunku przeciw-linie. W tym celu zakończony on jest widelkami, które służą do ujęcia liny, a ponieważ lina, podczas biegu pociągu, jest zawsze trochę naprężoną, więc sama przez się podnosi się do góry i wchodzi do widełek. Zatyczka *i* (figura 501) służy do utrzymania drążka *h* na swoim miejscu, drążek więc *f* jest stale przymocowany, wskutek

czego podtrzymuje linę ciągle na jednej wysokości nad relsami, niezależnie od spadku drogi.

Widelki na końcu drążka f znajdują się w odległości jednego metra od środka krótszego boku wózka, punkt więc, w którym widelki przyciskają linę na zakrzywieniach drogi, przesuwa się, wskutek czego układanie liny na ukośne krażki następuje zupełnie prawidłowo.

W wielu razach, szczególnie tam, gdzie pociągi puszczaają bez konduktorów, dla odczepiania liny od wozów, służą przyrządy działające automatycznie. Taki przyrząd jest przedstawiony na figurach 505 i 506. Drążek ab w kształcie kolana, mający oś obrotu w c , zaczepiając o poprzeczną sztabkę d , podnosi sworzeń f do góry

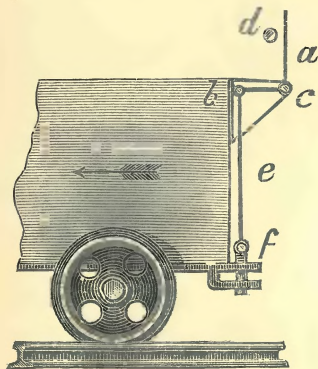


Fig. 505.

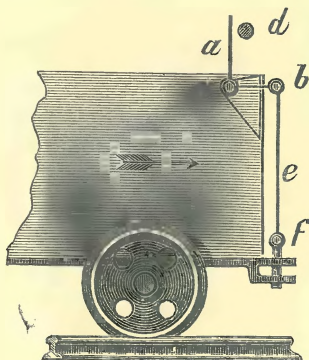


Fig. 506.

i odczepia linę. Figura 506 przedstawia przyrząd do odczepiania liny od pierwszego wozu, a figura 505 przyrząd do odczepiania liny od ostatniego wozu. Można obydwie te przyrządy połączyć w jeden i wtedy on będzie działał przy ruchu wozów w obie strony.

Ilość wozów w pociągu zależy od miejscowych warunków, a głównie od ilości przewozu i długości chodnika, w którym się przewóz odbywa. W kopalniach Von der Heydt w Saarbrücken w sztolni Lampene, gdzie przewóz maszynowy jest urządzone na przestrzeni 3750 met., pociągi składają się ze 120 wozów*).

Urządzenia sygnałowe. Sygnały pomiędzy maszynistą i służbą w chodniku muszą być urządzone w ten sposób, aby mogły być

*) E. Braun. Die Seilförderung Freiberg 1898, str. 28.

dawane nie tylko od stacji do stacji, lecz aby konduktor jadący pociągiem mógł, nie wychodząc z wózka, dać sygnał na stację w każdej chwili i z każdego punktu chodnika przewozowego. W chodnikach bardzo długich jest to możebnem tylko przy sygnalizacji elektrycznej. Najczęściej sygnały urządzą w ten sposób,

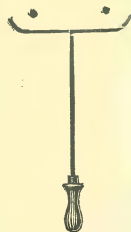


Fig. 507.

że wzdłuż chodnika przewozowego w piętrze, lub z boku, przytwierdzają, na porcelanowych izolatorach, dwa druty łączące bieguny baterji. Konduktor więc może, nie wychodząc z wózka, w każdej chwili, połączyć oba przewodniki, za pomocą sztabki żelaznej z izolowaną rączką (fig. 507), przykładając ją do drutów i tym sposobem wywoła sygnał.

Przewóz z chodników bocznych. Jeżeli od chodnika głównego idą chodniki boczne, to przewóz w tych chodnikach może się odbywać za pomocą tej samej maszyny, co i w chodniku głównym. Przypuśćmy, że mamy chodnik główny *A B* (fig. 508), od którego idzie chodnik boczny z *D* i że w chodniku głównym wozy naładowane idą w kie-

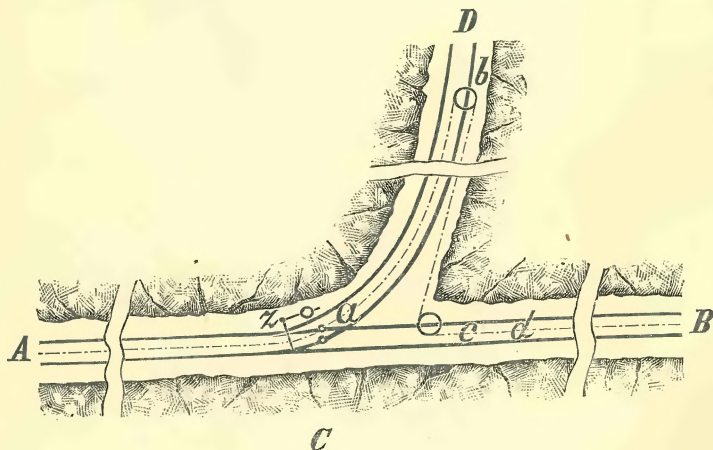


Fig. 508.

runku od *B* do *A*, a w chodniku bocznym w kierunku od *D* do *z*, to jest, że na stacji *A* jest ustawioną maszyną dla linii, a na stacji *B* maszyną dla przeciwnych, wtedy przewóz w chodniku z *D* urządzą następującym sposobem. Jeżeli na stacji *A* jest ustawiony

pociąg wozów próżnych, a na stacyi D pociąg wozów naładowanych, to przedewszystkiem za pomocą maszyny ustawionej na stacyi B dla przeciw-liny, przewożą wozy puste do zwrotnicy z . W chodniku $z D$ jest ułożona lina pomocnicza abc , która na stacyi D owija koło linowe powrotne. Jedna połowa tej liny ab leży na krążkach ułożonych po środku między relsami, a druga połowa na krążkach umieszczonych na zewnątrz relsów, około ściany chodnika. Gdy pociąg dojdzie do zwrotnicy z , odczepiają przeciwlinę od pierwszego wozu i przyciągają ją za pomocą maszyny ustawionej na stacyi B , tak aby koniec jej znajdował się w punkcie d . Następnie koniec a liny pomocniczej przyczepiają do pierwszego wozu pociągu, a koniec c do wozu konduktora, który powinien być przesunięty do punktu d i do którego także przyczepiają koniec przeciw-liny, wtedy, puszczając w ruch maszynę ustawioną na stacyi B , można przewieźć wozy puste do stacyi D . W punkcie D musi być urządzoną taka sama stacya jak w punktach A i B i ułożony podwójny tor kolei i gdy pociąg z wozami pustymi dojdzie do stacyi D , odczepiają od niego linę abc i przyczepiają do pociągu z wozami pełnymi zawczasu przygotowanego i ustawionego na drugim torze kolei. Następnie przewożą pociąg z wozami pełnymi do zwrotnicy z , w głównym chodniku, to jest do miejsca gdzie się zaczyna lina pomocnicza i do którego obecnie wózek konduktora znowu powrócił. W tem miejscu linę pomocniczą znowu odczepiają, a na jej miejsce przyczepiają, do ostatniego wozu pociągu, wózek konduktora połączony z przeciw-liną i odprawiają pociąg do stacyi A .

Sposób ten może być zastosowany tylko w takim razie, gdy część $z B$ głównego chodnika przewozowego jest dłuższą od chodnika bocznego $z D$ i gdy ilość wozów, jakie należy przewozić nie jest zbyt znaczną, bo na rozłączanie i złączanie pociągów traci się bardzo dużo czasu. Jeżeli więc tego sposobu zastosować nie można, zastosowują sposób drugi, przedstawiony na figurze 509.

Przypuśćmy, że pociąg wozów pustych jest ustawiony na stacyi A i że ma być przewieziony do stacyi D , przypuszczamy dalej, że lina idąca od maszyny A , jest nawiniętą na bęben, z wyjątkiem tylko części pomiędzy maszyną a pociągiem, gdy tymczasem przeciw-lina jest rozwiniętą i leży na krążkach. Przeciw-lina przy tym sposobie przewozu nie tworzy jednej ciągłej liny, tylko w nią jest wstawiony kawałek df , który można odczepiać i który się znajduje na miejscu rozgałęzienia chodników w punkcie C . Odczepiają kawałek przeciw-liny df i końce rozczepionej liny przyczepiają do

końców liny pomocniczej ac , wtedy pociąg z wozami próżnymi może być wprost przewieziony od A do D . Na stacji D odczepiają linę od pociągu z wozami pustymi i przyczepiają do zawczasu przygotowanego pociągu z wozami pełnymi, który znowu może być przewieziony wprost od stacji D do stacji A .

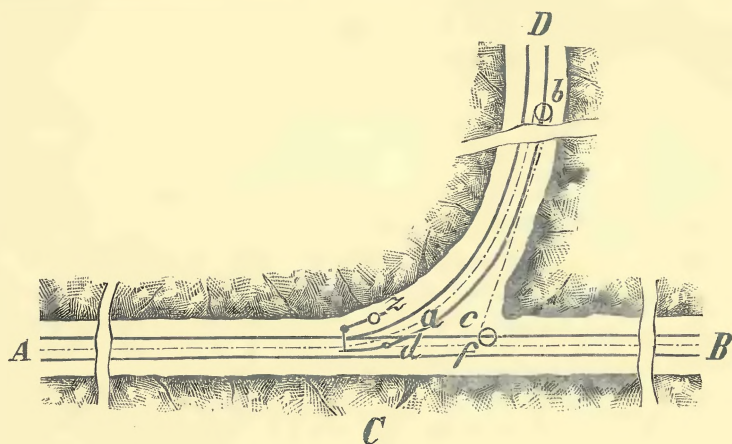


Fig. 509.

Połączenie kawałka liny df z pozostałą częścią musi być zrobione w ten sposób, aby jeden robotnik mógł łatwo i prędko linę rozczepić i napowrót zczepić. Prócz tego wstawiony kawałek musi być giętki, a samo połączenie nie powinno mieć wystających części, aby lina lekko się posuwała po krążkach, nie uszkadzając ich.

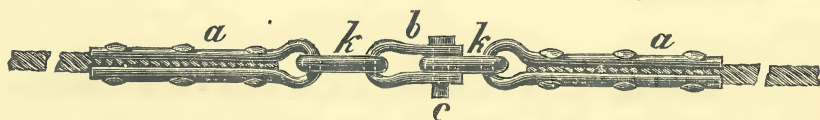


Fig. 510.

Wszystkim tym warunkom zadosyć czyni połączenie przedstawione na figurze 510. Końce liny są ujęte w żelazne chomonta a , dobrze dopasowane do liny i do niej przynitowane, a w chomonta wstawiane są kółka żelazne k . Do jednego kółka, na końcu liny, wstawia się chomonto żelazne b , a przez drugie kółko i przez końce chomonta b przepuszcza się sworzeń c .

Przewóz za pomocą liny przedniej i tylnej. Sposób ten polega na tem, że gdzieś, w bliskości szybu wyciągowego, ustawiają, w oddzielnej komorze, maszynę wprowadzającą w ruch dwa bębny, na które nawijają się 2 liny *a* i *b* (fig. 511). Przednia lina *a*, jeden koniec której jest przymocowany do bębna, przechodzi po środku toru, na krążkach umocowanych pomiędzy relsami i przyczepia się do pierwszego wózka pociągu zestawianego, na stacyi *A*, z wozów naładowanych. Lina ta służy do przewozu pociągu z wozami pełnymi od stacyi *A* do szybu.

Tylna lina *b* przyczepia się z tyłu pociągu, do ostatniego wózka, ona dochodzi do koła linowego powrotnego *c*, umieszczonego na stacyi *A*, owija to koło, a następnie powraca, idąc wzdłuż



Fig. 511.

chodnika, na zewnątrz relsów, do drugiego bębna maszyny. Lina ta służy do przewozu pociągów z wózkami próżnymi, od szybu do stacyi *A*. Ona może być cieńszą od liny przedniej, ale musi być dwa razy od niej dłuższą. Na stacyach *A* i *B*, podobnie jak i przy przewozie za pomocą liny i przeciw-liny, musi być ułożony podwójny tor kolejki.

Bębny do nawijania lin *a* *b* są w ten sposób urządzone, że każdy z nich może się obracać razem z wałem maszyny, albo też niezależnie od wału i tylko w razie potrzeby łączy się z wałem za pomocą mufy łącznikowej. Tak np. jeżeli pociąg z wozami pełnymi potrzeba przewieźć od stacyi *A* do szybu, bęben, na który się nawijają lina przednia *a*, łączy się z wałem, a bęben dla liny tylnej *b* rozłączają, wtedy maszyna będzie nawijała na bęben linę *a*, gdy tymczasem lina *b* będzie się sama przez się z bębna rozwijać. Jeżeli znowu pociąg z wozami próżnymi należy odwieźć od szybu do stacyi *A*, w takim razie bęben dla liny *b* łączy się z wałem, a bęben dla

liny przedniej *a* rozłączają, maszyna będzie wtedy nawijała liny tylną *b*, a lina przednia *a* sama się będzie rozwijała z bębna.

Zwykle maszyna do przewozu za pomocą liny przedniej i tylnej jest w ten sposób urządzona, że każdy z dwóch bębnow wraz z należącym do niego kołem zębatym i kołem hamulcowym, jest osadzony na oddzielnym wale, do którego jest stale przytwierdzony, a małe koło zębate osadzone na głównym wale maszyny jest ruchome, w ten sposób, że można go przesuwając wzdłuż wału i łączyć z jednym lub drugim kołem zębatym, wprawiającem w ruch bębny.

Dla nadania kierunku linom służą takie same krążki jak te, które były opisane przy przewozie za pomocą liny i przeciw-liny, należy tylko dodać, że krążki, dla liny tylnej, mogą być umieszczone nie tylko z boku relsów, na spodku chodnika, lecz także wzdłuż jednej ze ścian chodnika, lub też w piętrze chodnika.

W Anglii, gdzie przewóz za pomocą liny przedniej i tylnej jest bardzo często używany, dla nadania kierunku linom na zakrzywieniach, używają krążki poziome, ustawione w ten sposób, jak



Fig. 512.

wskazuje fig. 512, na której *a* oznacza liny przednią, *b* liny tylną, *rr* relsy, *r₁ r₁* przeciw-relsy, zapobiegające wykolejeniu się wózków na zakrzywieniach, *s* blacha żelazna wygięta, po której lina się przesuwająca do rowka krążka.

Przewóz z chodników bocznych. Przy przewozie za pomocą liny przedniej i tylnej, podobnie jak i przy przewozie za pomocą liny i przeciw-liny, jedna i ta sama maszyna może służyć nie tylko do przewozu pociągów w chodniku głównym, ale także i do przewozu w chodnikach bocznych. Do tego celu służą urządzenia przedstawione na figurach 513, 414 i 515. Przy wszystkich tych

urządzeniach przyjmujemy, że pociąg z wozami pełnymi biegnie w stronę maszyny, a pociąg z wozami próżnymi w kierunku przeciwnym.

Przy przewozie urządzonym jak wskazuje figura 513, lina przednia przyczepia się do pociągu w punkcie *a*, lina zaś tylna w punkcie *b*. Lina tylna składa się z dwóch części, które są połączone w punkcie *c* sposobem wskazanym na figurze 510. Około punktu *c* znajduje się koniec *d* liny pomocniczej, która najprzód przechodzi przez koło linowe *R*, umieszczone pod piętnem chodnika, lub też w spodku pod relsami, następnie idzie wzdłuż chodnika bocznego, około jednej ze ścian, w końcu tego chodnika owija koło linowe i wraca, przechodząc po środku chodnika, pomiędzy relsami aż do punktu *f*, gdzie się znajduje drugi jej koniec.

Gdy pociąg z wozami próżnymi dojdzie do miejsca, gdzie się chodniki rozgałęziają, odczepiają linę tylną w punktach *b* *c*, a na jej miejsce przyczepiają końce liny pomocniczej *d*, *f*. Cała więc część liny tylnej *c* *R*, *b* będzie nieczynną, a zacznie działać lina pomocnicza *d* *R*, *f*, wskutek czego wozy próżne pójdą do chodnika bocznego.

Przy urządzeniu przedstawionem na figurze 514 lina tylna tworzy jedną całość i nie składa się z dwóch części. Gdy pociąg z wozami próżnymi dojdzie do miejsca gdzie się zaczyna chodnik boczny, odczepiają koniec *b* liny tylnej, a przyczepiają koniec *d* liny pomocniczej, następnie puszczają w ruch maszynę i nawijają na bęben linę tylną tak, aby koniec jej *b* doszedł do punktu *c* i łączą z sobą końce lin *b* i *c*. Wtedy wozy próżne pójdą do chodnika bocznego.

Trzeci sposób (fig. 515). Przy dwóch wyżej opisanych sposobach przewozu zamiana lin odbywa się wtedy, gdy pociąg dojdzie do miejsca gdzie się chodniki rozgałęziają, trzeba więc pociąg za-

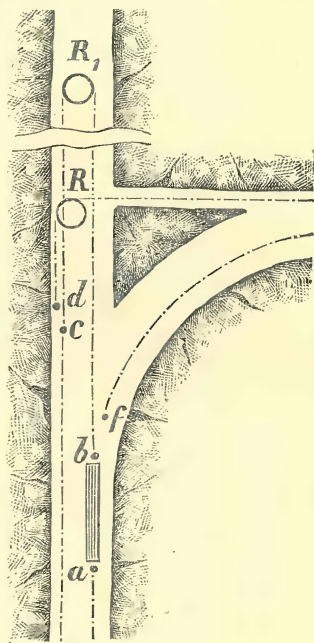


Fig. 513.

trzymywać i tracić czas na zakładanie lin. Przy tym zaś sposobie zamiana lin odbywa się wtedy, gdy wozy znajdują się na stacji głównej, około szybu, a więc jednocześnie z zestawianiem pociągów, wskutek czego wygrywa się na czasie. Przypuśćmy, że pociąg z wozami próżnymi znajduje się na stacji, około szybu, lina przednia jest wtedy nawinięta na bęben (fig. 515), a lina tylna, zu-

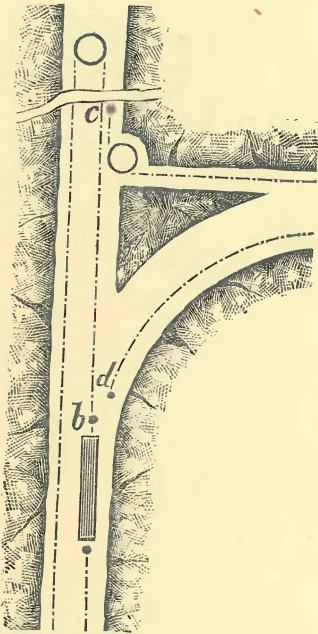


Fig. 514.

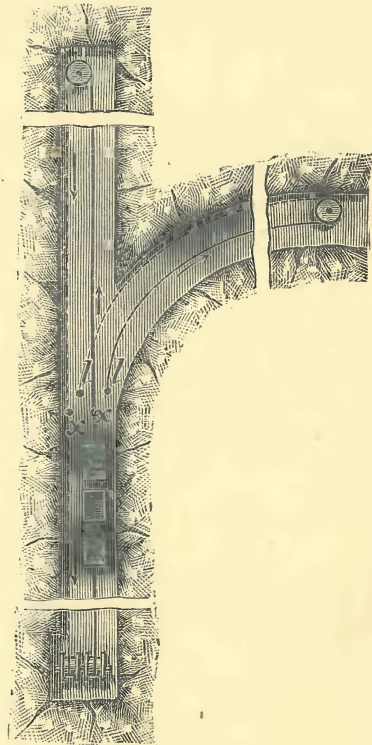


Fig. 515.

pełnie rozwinięta, leży na krążkach. Lina tylna składa się z dwóch części, które na miejscu gdzie się chodniki rozgałęziają mogą być rozłączone w punktach xx . W temże samem miejscu znajdują się końce ll liny pomocniczej. Gdy pociąg zestawiają około szybu, końce liny tylnej xx odczepiają, a na jej miejsce przyczepiają końce liny pomocniczej ll i wtedy pociąg idzie bez przerwy do końca chodnika bocznego.

Przewóz za pomocą dwóch lin przednich i jednej tylnej (fig. 516). Przy tym sposobie przewozu jedna i taż sama ma-

szyna, ustawiona w bliskości szybu, przewozi jednocześnie dwa pociągi, w dwóch przeciwnych kierunkach, jeden z wozami naładowanymi, od końca chodnika przewozowego do szybu, a drugi z wozami pustymi, od szybu do końca chodnika przewozowego. W chodniku więc przewozowym musi być ułożony podwójny tor kolejki i każdy z tych dwóch torów służy naprzemian do przewozu pociągów z wozami naładowanymi i pociągów z wozami próżnymi. Na stacjach zaś w końcach chodnika przewozowego musi być tor po-

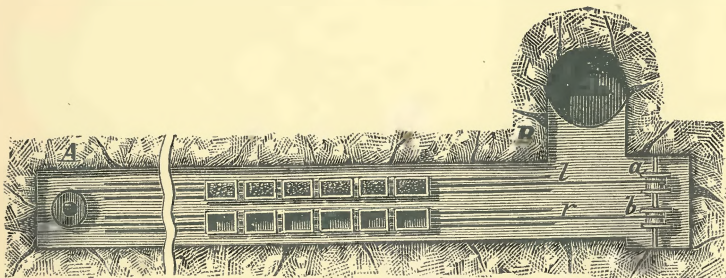


Fig. 516.

trójny; na środkowym torze zestawia się pociąg, który ma być wysłany, a boczne tory służą naprzemian dla pociągów przycho-
dzących.

Maszyna jest urządzoną zupełnie w ten sam sposób jak przy przewozie za pomocą liny przedniej i tylnej. Ona ma 2 bębny, z których jeden jest połączony z wałem maszyny, a drugi jest z nim rozłączony, tak, że może się swobodnie obracać pod działaniem rozwijającej się liny. Liny przechodzą między relsami po środku każdego z dwóch głównych torów.

Jeżeli w *A* (fig. 516) stoi pociąg z wozami pełnymi, które mają być przewiezione do stacyi *B*, a jednocześnie, na stacyi *B*, stoi pociąg z wozami próżnymi, które mają być przewiezione do stacyi *A*, wtedy bęben *a* łączy z wałem maszyny, a bęben *b* rozłączają i puszczają maszynę w ruch. Lina *l* będzie się nawijała na bęben, a lina *r* rozwijała, pociąg więc z wozami pełnymi przyjdzie do stacyi *B*, pociąg zaś z wozami próżnymi odejdzie ze stacyi *B* i dojdzie do stacyi *A*.

Jeżeli chodnik, po którym odbywa się przewóz, jest wązki i w nim nie można ułożyć podwójnego toru kolejki, w takim razie wzdłuż całego chodnika układają tor pojedynczy, z wyjątkiem tylko

tego miejsca gdzie się pociągi mijają, w którym musi być ułożony tor podwójny.

Sposób ten przewozu przedstawia bardzo poważne niedostatki. Przedewszystkiem wymaga bardzo szerokich chodników, mianowicie w tych miejscach, gdzie są urządzone stacje, bo na stacjach musi być ułożony potrójny tor kolejki, a między torami musi być jeszcze swobodne przejście dla służby pociągowej. Prócz tego podczas przewozu poruszają się dosyć znaczne masy i z dosyć znaczną prędkością, maszyna więc musi być bardzo silna. Nareszcie przy tym sposobie przewóz z bocznych chodników nie daje się dobrze zastosować. Dlatego też ten sposób przewozu w kopalniach prawie się wcale nie używa. Tam zaś gdzie są chodniki dostatecznie szerokie, w których można ułożyć podwójny tor kolejki, lepiej jest zastosować przewóz za pomocą liny bez końca.

Przewóz za pomocą liny bez końca. Przewóz za pomocą liny bez końca jest najdogodniejszym i najbardziej rozpowszechnionym. W chodniku przewozowym ułożone są dwa tory kolejki, z których jeden dla wozów naładowanych, a drugi dla wozów próżnych. Na jednym końcu chodnika ustawia się maszyna wprawiająca w ruch bęben linowy, a na drugim koło linowe powrotne. Lina bez końca idzie od bębna linowego, po środku jednego toru, między relsami, aż do drugiego końca chodnika; tam owija koło linowe i powraca po środku drugiego toru, do bębna przy maszynie.

Wozy przyłączone są do liny w ten sposób, że na jednym torze są przyłączone wozy naładowane, a na drugim wozy próżne. Gdy maszyna jest w ruchu, obie połowy liny poruszają się jednocześnie, razem z przyłączonymi do nich wozami, w dwóch przeciwnych kierunkach. Wozy naładowane idą od koła linowego powrotnego, ustawionego na końcu chodnika, do maszyny, ustawionej na początku chodnika, a wozy próżne od maszyny do koła linowego powrotnego.

Wozy przyłączone są do liny dwojakim sposobem: pojedynczo, to jest każdy wóz oddzielnie, albo też grupami, to jest połączone w pociągi. W jednym i drugim wypadku wozy, albo pociągi, muszą być przyłączone w równych odstępach. Jeżeli wozy przyłączone są do liny pojedynczo, chodnik musi być dwutorowy, jeżeli przewóz odbywa się pociągami, tor może być, pojedynczy albo podwójny.

Przewóz pojedynczymi wozami jest pod wieloma względami dogodniejszym od przewozu pociągami. Przy przewozie pojedyn-

czymi wozami stacye mogą być urządzone w ten sposób, że wozy pełne, przychodzące do końcowej stacyi, mogą być automatycznie odczepiane od liny i same przez się, bez pomocy wozaka, dochodzić do miejsca swego przeznaczenia, to jest do podszybia, do rampy ładunkowej i t. p. Również i wozy odchodzące, które mają być przyłączone do liny, mogą ze wszystkich stron same przez się podchodzić do stacyi.

Prócz tego, jeżeli wozy przyłączone są do liny pojedynczo, przewóz odbywa się bez przerwy, bo w miarę jak wóz przychodzi, jego przyczepiają do liny i on natychmiast odchodzi, nigdy więc niema ani braku wozów, ani też zbytecznego ich nagromadzenia, co jest bardzo ważne, bo wtedy bieg wszystkich robót w kopalni odbywa się zupełnie prawidłowo.

Główna różnica pomiędzy rozmaitymi sposobami przewozu za pomocą liny bez końca polega na tem, w jaki sposób lina jest przeprowadzoną w chodniku przewozowym i pod tym względem odróżniają: przewóz z liną przeprowadzoną nad wozami i przewóz z liną przeprowadzoną pod wozami. Przy pierwszym sposobie lina leży albo bezpośrednio na wozach, albo, w pewnej nad nimi wysokości na łącznikach, przyczepionych do wozów. W każdym więc razie, przy tym sposobie przewozu, lina jest unoszoną przez wozy wzdłuż całego chodnika przewozowego i tylko na stacyach oraz na zakrzywieniach chodnika ona leży na krążkach, nadających jej kierunek. Przy przewozie z liną przeprowadzoną pod wozami, lina jest unoszoną przez łączniki przyłączone do kółek, przytwierdzonych do dna wozów, po środku jednego z krótkich boków. W przerwach zaś pomiędzy wozami ona leży na krążkach, przymocowanych do spodka chodnika przewozowego, w pewnych odstępach, po środku toru, między relsami.

Fig. 517 przedstawia przewóz z liną przeprowadzoną nad wozami. *a* koło linowe osadzone na wale poruszającym przez maszynę, na drugim końcu chodnika znajduje się koło linowe powrotne, *b* lina przeprowadzona od jednego końca chodnika do drugiego. Lina leży na łącznikach przyczepionych do jednego z krótkich boków wozu.

Przy przewozie z liną przeprowadzoną pod wozami bęben linowy i koło linowe powrotne są umieszczone pod spodem chodnika, a lina biegnie po krążkach, umocowanych na spodku chodnika.

Bębny i koła linowe. Bębny i koła linowe zwykle wyrabiają z lanego żelaza z obwodem wyłożonym drzewem. Figury 518, 519 i 520 przedstawiają najprostsze urządzenie bębna, używanego przy

przewozie za pomocą liny bez końca. *B* bęben linowy, obwód którego jest wyłożony drzewem. Na obwodzie wytoczone są dwa żłob-

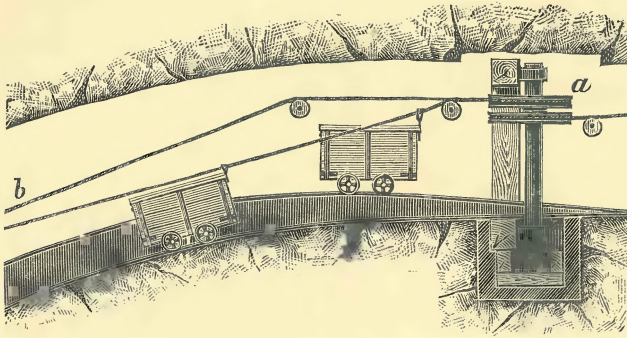


Fig. 517.

ki *a b* (fig. 518), w które wchodzi lina. Przed bębniem, w pewnej odległości, jest umieszczone koło linowe *K*, średnica którego jest cokolwiek mniejszą od średnicy bębna *B*, a oś koła *K* jest cokolwiek nachyloną. Nachylenie to jest niezbędne dlatego, że koło *K* musi mieć położenie ukośne w ten sposób, aby żłobek dla liny, wytoczony na jego obwodzie, znajdował się, z jednej strony koła *K*, na poziomie żłobka *a*, wytoczonego w górnej części obwodu bębna *B*,

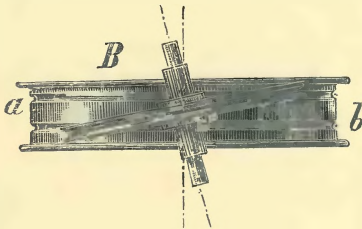


Fig. 518.

a po stronie przeciwnej koła *K* na poziomie żłobka *b*, wytoczonego w dolnej części bębna, jak wskazują figury 518 i 519. Lina bez

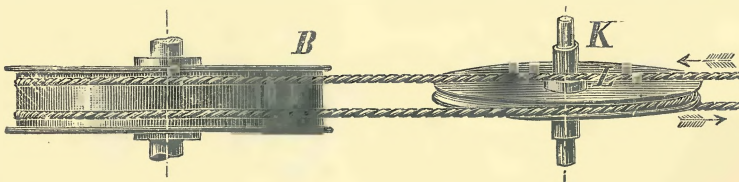


Fig. 519.

końca dochodzi do bębna w punkcie *a*, owija górny żłobek w bębnie na pół obrotu, następnie idzie do koła *K*, owija go, potem znowu

wraca do bębna, owija dolny żłobek i w punkcie *b* schodzi z bębna (fig. 520). Przy takim urządzeniu lina owija cały obwód bębna, jeżeli więc jest dostatecznie naprężoną, to tarcie jakie powstaje między liną i obwodem bębna jest już dostatecznem dla wprowadzenia w ruch liny. Tym więc sposobem, jeżeli bęben będzie się obracał w kierunku wskazanym strzałką, to w punkcie *a* lina będzie się ciągle nawijała na bęben, a w punkcie *b* będzie się ciągle rozwijała z bębna (fig. 520), wozy więc przyłączone do liny będą się poru-

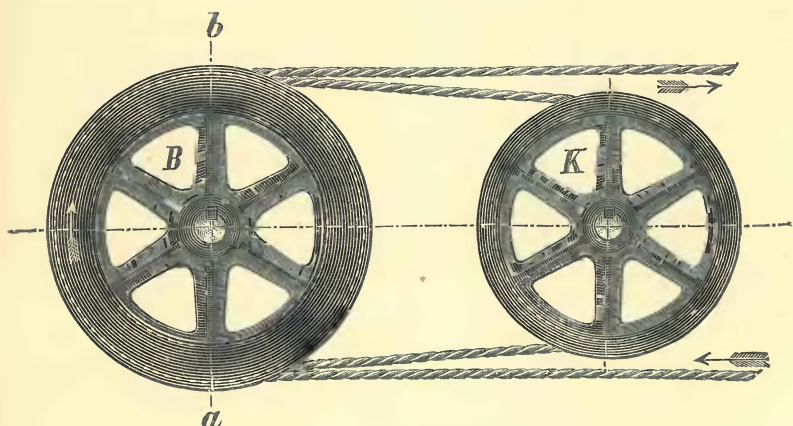
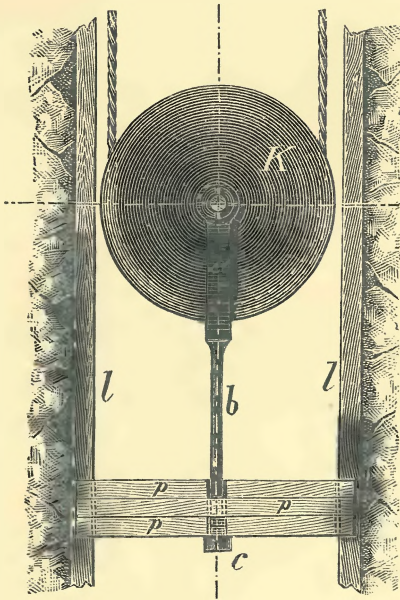


Fig. 520.

szały w chodniku w dwóch przeciwnych kierunkach. Dlatego jednak, aby całe to urządzenie mogło dobrze działać, lina musi być ciągle dostatecznie naprężoną i to naprężenie musi być zastosowane do ciężaru, jaki lina porusza. Lina musi być dostatecznie naprężoną jeszcze i dlatego, aby się nie mogła zbyt znacznie opuszczać w odstępach między wozami, lub między krążkami, na których leży.

Przyrządy do naprężania liny. Do naprężania liny używane są przyrządy działające automatycznie za pomocą ciężarów, albo też przyrządy, które potrzeba nastawiać ręcznie. Przyrządy samodiałające są daleko dogodniejsze, ponieważ one naprężają linę zawsze jednakowo, w zależności od ciężaru, jaki lina porusza, chociaż więc te przyrządy są droższe i zajmują więcej miejsca od ręcznych, tem nie mniej zawsze się opłacają. Budowa przyrządów samodiałających może być bardzo rozmaita, zwykle składają się one z koła linowego, które się umieszcza w szybiku pogłębionym przed maszyną. Koło zawiesza się w szybiku na linie, która go owija.

Wzdłuż ścian szybiku są przytwierdzone kierowniki umieszczone w ten sposób, że koło może się pomiędzy nimi podnosić i opuszczać, nie wychodząc z płaszczyzny pionowej, w której jest zawieszono. Ciężar samego koła, a w razie potrzeby z dodaniem ciężaru postron-



[Fig. 521.

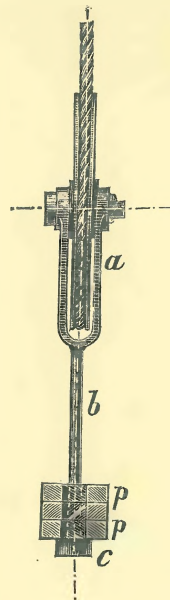


Fig. 522.

nego, służy jako siła naprężająca. Taki przyrząd przedstawiony jest na figurach 521, 522 i 523. Koło linowe *K* jest osadzone w widłach żelaznych *a* w ten sposób, że może się w nich swobodnie obracać około swej

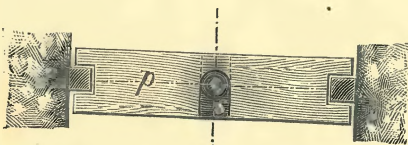


Fig. 523.

osi. Widły *a* wydłużają się w drążek okrągły *b*, na końcu którego znajduje się zgrubienie *c*, które służy do podtrzymania płyt *p* z lanego

żelaza, jakie są nakładane na drążek dla zwiększenia ciężaru koła. Cały przyrząd umieszcza się w szybiku, do dwóch przeciwnych boków którego są przytwierdzone kierowniki *ll*. Płyty *pp*, na końcach, mają zrobione wycięcia, w które wchodzi kierowniki *ll* (fig. 521 i 523), a prócz tego każda płyta ma wycięcie po środku

swej długości, za pomocą którego nakłada się na drażek *b*. Stosownie do naprężenia, jakie potrzeba dać linie, ilość płyt *p* zwiększają lub zmniejszają.

Aby przyrząd zrobić łatwiej dostępnym, kierowniki *ll* potwierdzają nie po środku szybiku, lecz bliżej jednego z boków. Połączenie przyrządu naprężającego linę z maszyną jest przedstawione na fig. 524 i 525.

Gdy maszyna jest w spokoju, naprężenie liny jest we wszystkich miejscach jednakowe i wtedy przyrząd naprężający jest w najwyższym położeniu. Podczas ruchu maszyny, w miarę jak naprężenie wzrasta, przyrząd się opuszcza. Jeżeli lina się wyciągnie i przyrząd naprężający dojdzie do dna szybiku, wtedy linę potrzeba skrócić.

Koło linowe powrotne. Koła linowe powrotne wyrabiają z lanego żelaza, żłobek zaś na obwodzie koła zwykle wykładają drzewem. Średnica koła, licząc od dna do dna rowka wyżłobionego na jego obwodzie, musi być równą odległości pomiędzy środkami dwóch torów kolejki, ułożonych w chodniku przewozowym. Pierwsze krążki za kołem linowym powrotnym, które nadają kierunek linie, powinny być tak ustawione, aby lina nie tarła się o krawędzie żłobka.

Maszyny wprowadzające w ruch linę. Do przewozu za pomocą liny bez końca używają maszyny parowe, elektryczne, lub też maszyny działające zgęszczonem powietrzem lub wodą. Obecnie maszyny parowe są jeszcze najczęściej używane, szczególnie jeżeli w kopalni są już pompy parowe podziemne, bo wtedy te same rury, które doprowadzają parę do pomp, mogą ją doprowadzać i do maszyny przewozowej. Ostatnimi czasy coraz więcej wchodzi w użycie maszyny elektryczne, ponieważ rury parowe w szybach przedstawiają bardzo wiele niedogodności.

Figury 524 i 525 przedstawiają całe urządzenie maszyny przewozowej wraz z bębniami linowymi i przyrządem naprężającym linę. Maszyna o dwóch poziomych cylindrach, na głównym wale maszyny osadzone jest małe koło zębate *z* (fig. 524), wprowadzające w ruch drugie większe koło zębate *Z*, połączone stałe z wałem, na którym jest osadzony bęben linowy *B*. Lina bez końca idzie z chodnika przewozowego najprzód na krążek *R*₁ nadający jej kierunek, następnie w punkcie *a* (fig. 525) wchodzi na bęben linowy *B*, owija go po pół obrotu 3 razy i schodzi z bębna w punkcie *b*. Dalej przechodzi przez krążek kierunkowy *R*₂, następnie owija koło *R*_s przy-

rządu naprężającego, zawieszonego w szybiku G , potem idzie na krążek kierunkowy R_3 i dalej wzdłuż chodnika przewozowego.

Powietrze zgęszczone jako motor jest daleko droższe od pary, tej zaś dogodności, jaką przedstawia w przodkach, gdzie polepsza wentylację, tutaj niema, bo maszyny przewozowe, zawsze są ustawiane w bliskości szybu, gdzie braku świeżego powietrza nigdy się nie odczuwa. Dlatego maszyny przewozowe działające zgęszczonym powietrzem tylko wtedy są używane, jeżeli w kopalni są już inne urządzenia działające zgęszczonym powietrzem.

Elektryczność jako motor jest także droższą od pary, zważywszy jednak, że maszyna elektryczna zajmuje mniej miejsca, że przeprowadzenie elektryczności do kopalni nie przedstawia tych niedogodności co przeprowadzenie pary i że raz ustawione przewoźniki elektryczności nie wymagają prawie żadnych kosztów utrzymania w ostatecznym rezultacie przewóz elektryczny okazuje się tańszym i dogodniejszym od parowego, tem bardziej, że ten sam prąd może być zużytkowanym i do oświetlenia.

Przewóz za pomocą liny bez końca, przeprowadzonej nad wozami. Do przewozu za pomocą liny bez końca używają dwojakiego rodzaju liny: liny gładkie i liny ze zgrubieniami umieszczonemi w pewnych odstępach, odpowiadających tej odległości, w jakiej mają być przychepione wozy do liny. Liny gładkie używają w Anglii, gdy tymczasem w Niemczech oddają pierwszeństwo linom ze zgrubieniami.

Przewóz za pomocą liny gładkiej. Przy przewozie za pomocą liny gładkiej wozy przychepiają do liny dwojakim sposobem: za pomocą łączników przytwierdzonych do przedniej lub tylnej ściany wozu, lub też za pomocą krótkich łańcuchów, jeden koniec których przychepia się do haka przy wózku, a drugi przywiązuje się do liny. Przy użyciu łączników, gdy wozy dojdą do stacyi krańcowej, mogą się odczepiać od liny automatycznie, jeżeli zaś wozy są połączone z liną łańcuchami, w takim razie muszą być odczepiane ręcznie.

Przy przewozie z łącznikami lina jest unoszoną przez łączniki, jeżeli zaś wozy są przychepione do liny łańcuchami, wtedy lina leży na wozach.

Przewóz z automatycznym odczepianiem wózków. Jak wyżej powiedzieliśmy, automatyczne odczepianie wózków jest możebnem tylko przy użyciu łączników. Łącznik przedstawia pośrednie ogniwo, za pomocą którego wózek łączy się z liną. Powinien on być w ten sposób urządzony, aby połączenie wózka z liną było dosta-

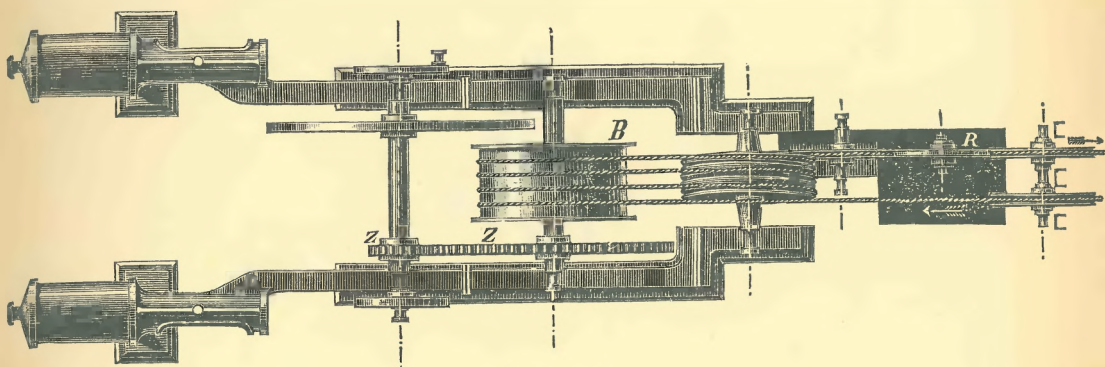


Fig. 524.

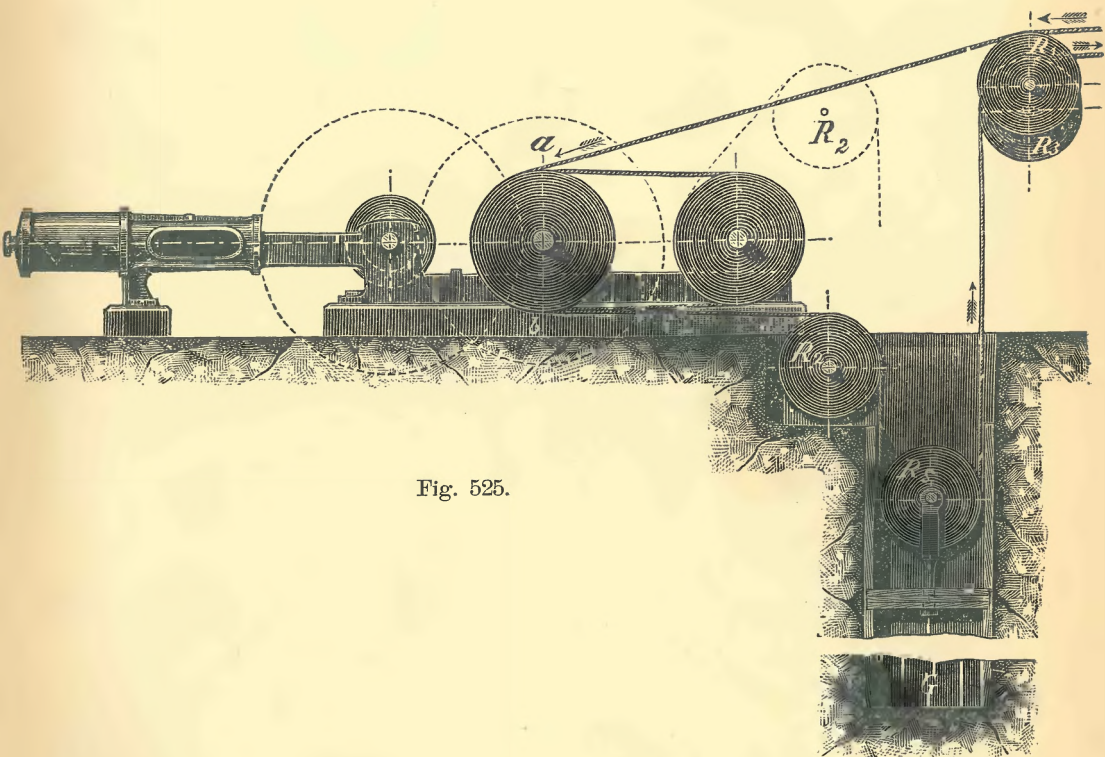


Fig. 525.

teczenie mocne, a jednocześnie, aby go łatwo można było od liny odczepić. Takich łączników znanych jest bardzo wiele, wszystkie jednak mają poważne niedostatki. Najczęściej używane są łączniki angielskie, przedstawione na fig. 526. Jest to okrągły pręt żelazny *a*, u góry zagięty w kształcie widełek, w które wchodzi lina. Łącznik wstawia się w dwa ucha, przytwierdzone do przedniej lub tylnej ścianki wozu. W tych uchach łącznik może się swobodnie obracać około osi pionowej, a dlatego aby nie mógł wchodzić do ucha głębiej, poniżej pewnego punktu, na pręcie *a* jest zrobione zgrubienie, które go utrzymuje zawsze na jednej i tej samej wysokości nad krawędzią wozu.

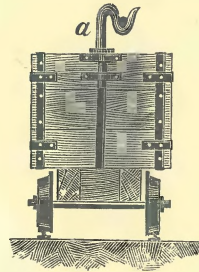


Fig. 526.

Na początku chodnika, w miejscu gdzie się zaczyna przewóz maszynowy, lina jest za pomocą krążka *r*. podniesioną do góry na taką wysokość, że wózek wraz z założonym łącznikiem może przejść pod nią (fig. 527), dalej jednak lina opuszcza się własnym ciężarem. Puszczając więc wózek w kierunku strzałki, dojdzie on do miejsca gdzie lina znajduje

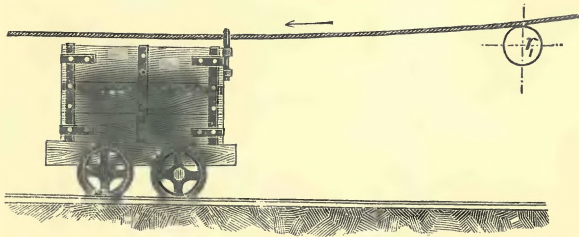


Fig. 527.

się na wysokości łącznika i wtedy lina albo sama wchodzi do widełek, albo też trzeba ją wstawić ręcznie. Gdy lina dostanie się do widełek, wtedy, wskutek tarcia jakie powstaje między nią i widełkami, te ostatnie obracają się około osi pionowej i ścisną tak mocno linę, że wózek toczy się dalej razem z liną. Dla zaoszczędzenia liny i widełek, wózek należy puszczać tylko z taką siłą, aby w chwili gdy łącznik obejmie linę, prędkość wózka była mniej więcej równą prędkości liny.

Na końcu chodnika przewozowego lina, podobnie jak i na początku chodnika jest podniesioną do góry (fig. 527), a prócz tego, nie dochodząc do końcowej stacyi, kolejka jest ułożoną z takim spadkiem, że wózek może się toczyć po relsach własnym ciężarem, gdy więc wózek dojdzie do tego miejsca gdzie lina podnosi się do góry, zaczyna się staczać po pochyłości własnym ciężarem, wskutek czego widełki się obracają około osi i lina się wyswobadza, a wózek toczy się dalej do stacyi.

Odległość między wozami. Dlatego aby przewóz odbywał się prawidłowo, potrzeba koniecznie, aby wozy były przyczepione do liny mniej więcej w jednakowych odstępach. W tym celu w tej odległości od stacyi, na jakiej wozy jedne od drugich powinny być przyczepione do liny, robią jakiś widoczny znak, który oświetlają lampą, aby zapinacz mógł go dobrze widzieć. Gdy więc pierwszy wóz przyczepiony na stacyi do liny, dojdzie do tego miejsca, zapinacz przyczepia wóz drugi, potem trzeci i t. d. Sposób ten jest bardzo dogodny pod tym względem, że zapinacz stosownie do tego czy w danym czasie ilość wozów, jakie należy przewieźć, zwiększa się lub zmniejsza, może znak wskazujący odległość między wozami przenosić bliżej do stacyi, lub od niej oddalać i tym sposobem odległość między wozami zmniejszać lub zwiększać. Czasami urządzą w ten sposób, że gdy wóz przyczepiony do liny odejdzie od stacyi na tę odległość, jaka powinna być między wozami, zaczepia o sprężynę i dzwonek zaczyna dzwonić, dając znać zapinaczowi, aby przyczepiał wóz następny.

Stacje pośrednie. Jeżeli wozy mają być przyczepiane do liny nietylko na stacyach głównych, znajdujących się na początku i na końcu chodnika przewozowego, ale i na stacyach pośrednich, w takim razie tor dla wózków próżnych najlepiej układać z tej samej strony, z której ma być urządzoną stacja pośrednia, bo wtedy bez wielkich trudności można zrobić tego rodzaju urządzenie, że wozy próżne będą automatycznie dochodziły do stacyi.

Jeżeli ilość wozów wychodzących ze stacyi pośredniej jest nie wielką, lub jeżeli stacja znajduje się niedaleko od końca chodnika, w takim razie stację urządzą jak przedstawia fig. 528, gdzie *a i* oznacza tor dla wozów próżnych w chodniku głównym, a *c d* tor dla wozów naładowanych, stację pośrednią łączą z torem *a i* za pomocą relsów *f*, przeznaczonych dla wozów próżnych i relsów *g k*, przeznaczonych dla wozów naładowanych. W punkcie *z* urządzą zwrotnicę ruchomą dla przejścia wozów próżnych z relsów *a i* na

relsy f , a dla wozów naładowanych urządzą drugą zwrotnicę nieruchomą w punkcie n . Jeżeli relsy f i g są ułożone na jednym i tym samym poziomie, w takim razie wozy próżne muszą być doprowadzone do stacyi pośredniej ręcznie. Jeżeli jednak relsy głównego toru będą ułożone, zaczynając od punktu i , ze spadkiem w stronę stacyi pośredniej, w takim razie wozy próżne będą się staczały na stacyę pośrednią swoim własnym ciężarem. Trzeba jednak wtedy relsy w chodniku głównym stopniowo podnosić, zaczynając już w dosyć znacznej odległości od punktu i . Należy jeszcze zwracać uwagę, aby w chodniku przewozowym nie było zbyt gwałtownych przejść od spadków do wzniesień, bo inaczej lina wychodziłaby z widełek łączników.

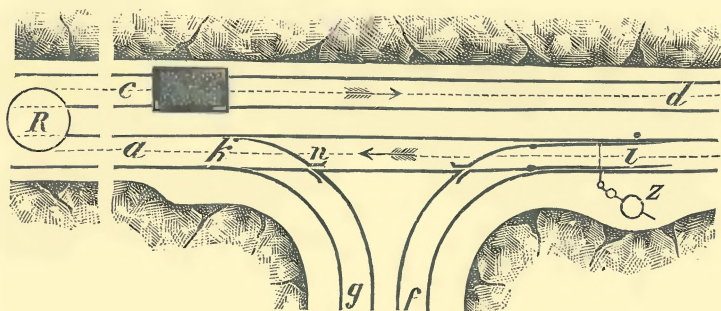


Fig. 528.

Gdy potrzeba zacząć przewóz ze stacyi pośredniej, przede-wszystkiem nastawiają zwrotnicę z w ten sposób, aby wozy próżne mogły się staczać na tor f , a następnie, w miarę tego jak wozy dochodzą do punktu i zdejmują z nich łączniki i wtedy toczą się one dalej własnym ciężarem aż do stacyi.

Na miejsce wozów próżnych, które odczepiane są od liny w punkcie i , przyprowadzają, po relsach gk , wozy naładowane, które przyczepiają do liny w punkcie k . Wozy więc naładowane idą po torze dla wózków próżnych aż do koła linowego powrotnego, gdzie ich odczepiają i przeprowadzają na tor dla wozów naładowanych.

Jeżeli ze stacyi pośredniej ma wychodzić znaczna ilość wózków, ręczne podnoszenie liny do wyjmowania łączników i odczepiania wózków staje się uciążliwym i niedogodnym, wtedy więc robią urządzenie przedstawione na fig. 529, dla automatycznego odcze-

piania wozów. Do stemplu *A* przytwierdza się drążek *a b* zgięty pod kątem prostym, który ma oś obrotu w *c*. Ramię drążka *a* jest na końcu obtoczone i na niem jest osadzony krążek *k*, mogący się obracać na swojej osi, który służy do podnoszenia liny. Ramię zaś *b*

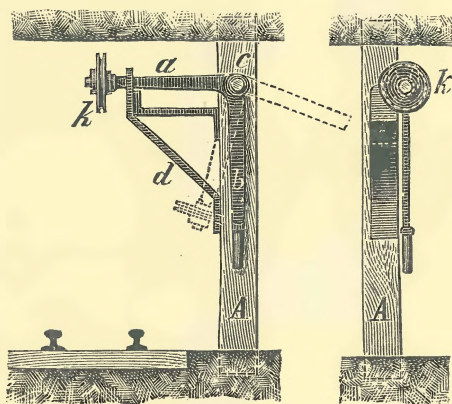


Fig. 529.

służy jako rękojeść do przesuwania krążka. Jeżeli przewóz ze stacyi pośredniej się nie odbywa, ramię drążka *b* przesuwają w ten sposób, aby krążek przyjął położenie wskazane na figurze liniami kropkowanymi. Jeżeli zaś potrzeba zacząć przewóz ze stacyi pośredniej, wtedy przesuwają rękojeść *b* i podnoszą krążek *k*, a gdy lina wejdzie w żłobek

na obwodzie krążka, wstawiają ramię *a* drążka do widełek *d*, które go podtrzymują na żądanej wysokości. Widełki *d* są zrobione z żelaza płaskiego i przymocowane do tego samego stemplu *A*.

Tam gdzie przewóz ze stacyi pośredniej jest bardzo nieznaczny, zamiast urządzenia przedstawionego na figurze 528, można, w miejscu, z którego wozy mają być wysyłane, ułożyć na torze *a i* płyty zwrotnicze.

Stacye pośrednie urządzone w ten sposób jak wskazuje figura 528, przedstawiają tę niedogodność, że wozy naładowane, wychodzące ze stacyi, muszą, bez żadnej potrzeby, iść po torze *a i*, przeznaczonym dla wozów próżnych, aż do koła linowego powrotnego, a następnie wracać, przechodząc taką samą przestrzeń po torze przeznaczonym dla wozów naładowanych. Dla zapobieżenia temu, stacye pośrednie urządza się jeszcze w ten sposób, że wozy naładowane można wprost ustawiać na tor dla nich przeznaczony. Podobne urządzenie przedstawia figura 530. Tor *gh*, po którym przychodzą ze stacyi wozy naładowane, przecina tor *ab* dla wozów próżnych i dochodzi wprost do toru *cd*, po którym idą wozy naładowane, zwrotnica zaś *z* służy do przeprowadzenia wozów próżnych

z toru *ab* na tor *ef*. Zamiast krzyżowania relsów można jeszcze całą stację pośrednią wysłać płytami zwrotniczymi.

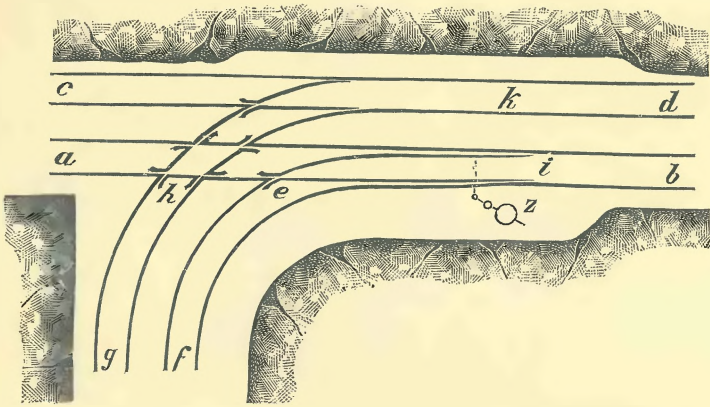


Fig. 530.

Przejazd przez krzywe. Przejazd przez krzywe nie przedstawia żadnych trudności i może się odbywać nawet bez użycia krążków kierowniczych i bez odczepiania wózków, jeżeli tylko promień krzywej jest znaczny i odległość między wózkami duża. Na krzywych o małych promieniach muszą być ustawione krążki z osiami pionowymi, nadające kierunek linie (fig. 531), ilość których zależy

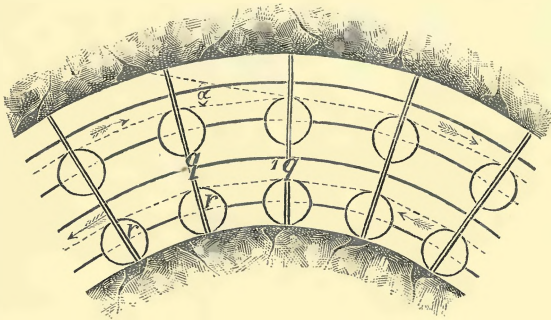


Fig. 531.

od długości i promienia krzywej. Same krążki wyrabiają z żelaznego i osie ich przytwierdzają do poprzecznych belek *q*, drewnianych lub żelaznych (fig. 532 i 533), ułożonych w kierunku promieni krzywej. Odległość między krążkami powinna być taką, aby

długość liny przechodzącej przez krzywą była o ile można, równą teoretycznej długości krzywej. Oś krążka przytwierdza się stale do belki, a krążek obraca się na osi. Dla ułatwienia smarowania krążka, wzdłuż osi, zrobiony jest kanał *k* (fig. 532), od którego idą kanały poziome, dochodzące do piasty krążka. Smar dostaje się do wnętrza osi w ten sposób, że puszka *b* ze smarem przyśrubowuje

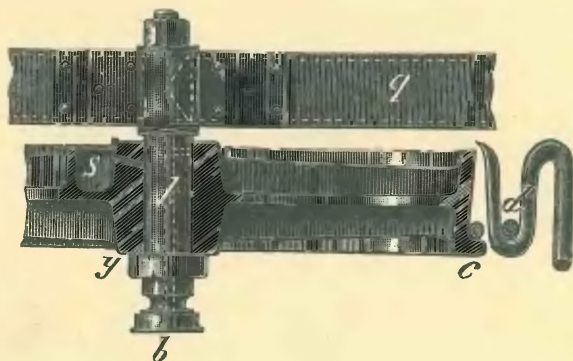


Fig. 532.

się do osi, wskutek czego smar zostaje wcisniętym do kanału *k*. Jeżeli smar używa się płynny, w takim razie nalewają go we wgłębienie *S*, połączone z piastą niewielkim otworem, w który wstawiają knot.

Obwód krążka ma kształt stożka obróconego szerszą podstawą do góry, jest to niezbędne dlatego, aby lina nie mogła się podnosić, a następnie spadać na dolne obrzeże, jak to ma miejsce przy krążkach mających kształt walca.

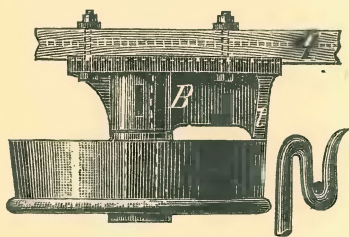


Fig. 533.

U dołu krążek opatrzony jest obrzeżem, podtrzymującym linę. Dlatego zaś aby lina, w żadnym razie, nie mogła się ześlizgnąć z górnej części obwodu krążka, do belki *q* (fig. 533) przymocowują ramię *t*, stanowiące jakby prze-

dłużenie obwodu. Średnica krążków wynosi od 30 ctm. do 1 metra. Im średnica jest większą, tem krążek łatwiej się obraca i lina się mniej zużywa, ale sam krążek jest cięższy, a przez to mniej dogodny.

Krażki powinny być umocowane na takiej wysokości, aby gdy lina leży na obrzeżu krażka, odległość między liną i główką relsa ułożonego w chodniku, była cokolwiek mniejszą, aniżeli wtedy, gdy lina leży na dnie widełek łącznika.

Gdy wózek przechodzi przez krzywą, łącznik opiera się o obrzeże koła, jak wskazuje figura 532. Dochodząc do krzywej, łącznik odsuwa linę, przenosząc ją z punktu *c* do punktu *d*, gdy zaś łącznik przestaje dotykać się krażka, lina wraca do pierwotnego położenia, układa się jednak na krażku prawidłowo w punkcie *c* tylko w takim razie, jeżeli (jak o tem już wyżej wspominaliśmy) odległość punktu *d* nad relsami jest cokolwiek większą od odległości punktu *c*.

Dla zabezpieczenia, aby lina zawsze układała się na krażkach prawidłowo, urządzają, przed pierwszym krażkiem, ruchomą przegrodę, przedstawioną na fig. 534. Do wału pionowego *a* jest przytwierdzoną kronsztyną *b*, na której spoczywa wałek stożkowy *c*, podtrzymujący linę. Na tym samym wale pionowym *a* jest osadzony krażek *d*, do obwodu którego jest przytwierdzony koniec

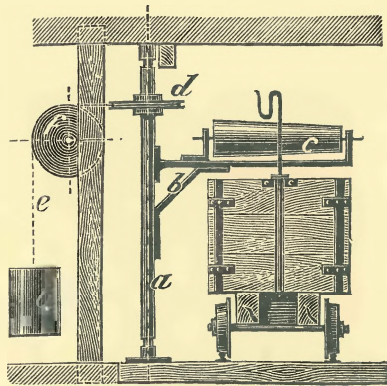


Fig. 534.

cienkiego łańcucha, lub cienkiej liny drucianej *e*, która przechodzi przez krażek *f*, a na drugim jej końcu zawieszony jest ciężar *Q*. Zwykle lina leży na wałku stożkowym *c*, lecz gdy wózek podchodzi, łącznik zaczepia o wałek *c*, wskutek czego wał *a* obraca się około swej osi i wałek *c* odsuwa się w kierunku ruchu wozu; po przejściu zaś wózka, wał *a*, pod działaniem ciężaru *Q*, obraca się napowrót w stronę przeciwną i wałek *c* wraca do swego pierwotnego położenia.

Na krażkach podtrzymujących linę na zakrzywieniach chodnika, lina się zgina, a ponieważ łącznik dochodząc do krażka odsuwa jeszcze linę od jego obwodu (fig. 532), więc powiększa jeszcze zgięcie liny. Powiększenie zgięcia liny przyczynione przez łącznik będzie tem większe, im punkt *d*, w widełkach, w których leży lina, jest bardziej oddalony od punktu *c* na obwodzie krażka. Dla za-

oszczędzenia więc liny potrzeba aby punkt *d* był jak najbliżej punktu *c*, to jest aby obrzeże krążka było jak najwęższe. Z tego względu obrzeże należy robić tylko takiej szerokości, jaka jest niezbędna, aby lina się na niego układała.

Obrzeża krążków, podtrzymujących linę na zakrzywieniach chodnika, bardzo się prędko ścierają, tam więc gdzie chodnik przewozowy ma dużo zakrzywień, wydatek na krążki, w kosztach własnych przewozu, stanowi poważną rubrykę, szczególnie jeżeli średnica krążków jest mała.

Najlepsze krążki kierunkowe są przedstawione na figurach 535 i 536. Krążki te są opisane przy przewozie za pomocą liny z węzłami.

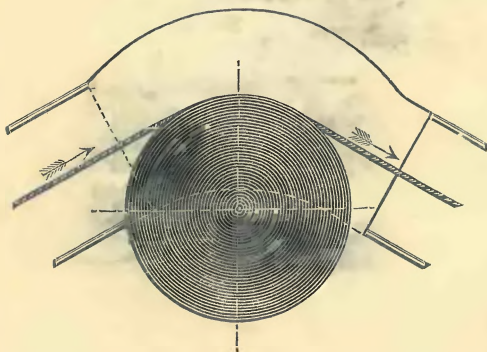


Fig. 535.

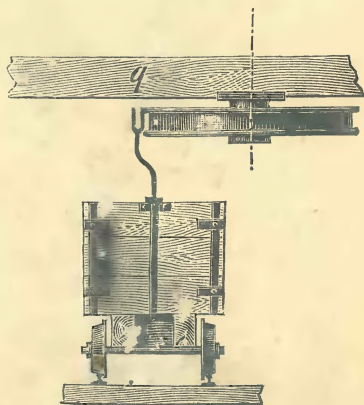


Fig. 536.

Sposób Forster'a przejazdu przez krzywe. Mechanik Forster urządził w kopalniach Altenwald w Saarbrücken nowy sposób przejazdu przez krzywe, który opatentował. Na zakrzywieniach chodnika urządza on, dla nadania kierunku linie, tylko jeden krążek, a raczej jedno koło linowe, dla każdego toru kolejki, ale o możliwie jak największej średnicy (fig. 535 i 536). W chodnikach więc dwutorowych, na krzywych, są umieszczone dwa krążki, po jednym dla każdego toru. Wozy podczas przejazdu przez krzywe są połączone z lina za pomocą łączników, które są założone w tylnej ścianie wózka. Tor kolejki wzdłuż krzywej jest przerywany i zamiast relsów są ułożone płyty zwrotnicze, przyczem górna powierzchnia płyt jest ułożoną poniżej główek relsów, na poziomie obrzeża koła, tak, aby koła wózków mogły przechodzić swobodnie z rels na płyty, nie za-

czepiając obrzeżami. Tym więc sposobem wózek, doszedłszy do zakrzywienia, schodzi z relsów, ale ponieważ pozostaje przyczepionym do liny za pomocą łącznika, więc lina mu nadaje kierunek na płytach i po przejściu zakrzywienia wprowadza go napowrót na relsy. Przy tem urządzeniu wózki mogą z łatwością przechodzić zakrzywienia nawet o bardzo małych promieniach.

Jeżeli dwa tory kolejki w chodniku są ułożone bardzo blisko jeden od drugiego, w takim razie średnice krążków wypadają bardzo małe, bo osie obydwóch krążków muszą być umocowane na jednej i tej samej linii prostej, przeprowadzonej od środka krzywej do środka długości zakrzywienia. Aby więc można było zrobić krążki o większych średnicach, umieszczają jeden krążek nad drugim, jak wskazuje fig. 537, przyczem naturalnie potrzeba jeden tor kolejki i należąca do niego część płyt zwrotniczych podnieść, drugi zaś tor musi być ułożony niżej.

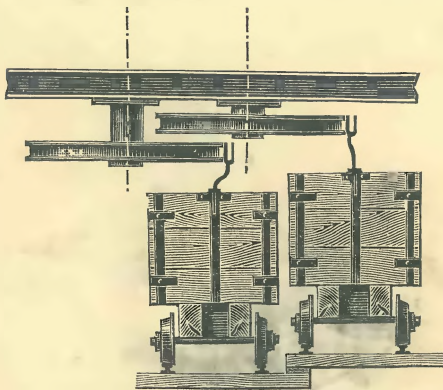


Fig. 537.

Przewóz z chodników bocznych. Przewóz z chodników bocznych może się odbywać dwójakim sposobem: za pomocą jednej liny, która idzie, zaczynając od maszyny, przez cały chodnik główny i przez chodniki boczne, albo też linę na miejscach rozgałęzienia chodników przerywają, tak, że w chodniku głównym może być jedna lina, albo kilka lin, a prócz tego dla każdego chodnika bocznego jest osobna lina.

Sposób za pomocą jednej wspólnej liny. Sposób ten przedstawia fig. 538. Tor I w głównym chodniku jest przeznaczony dla wozów próżnych, a tor II dla wozów naładowanych. Lina biegnie od maszyny nad torem I w kierunku strzałki, następnie zbacza do chodnika A, dochodzi do jego końca, wraca, biegnie dalej nad torem I do końca chodnika głównego, owija koło powrotne, biegnie dalej nad torem II, wchodzi do chodnika B, idzie do jego końca i wraca do maszyny. Kierunek w jakim idą wozy pokazują też same strzałki.

Kolejka ułożona w chodnikach bocznych może być połączona z chodnikiem głównym, albo za pomocą zwrotnicy z , nie przerywając relsów, jak na połączeniu z chodnikiem A , albo też za pomocą płyt zwrotniczych, jak na połączeniu z chodnikiem B .

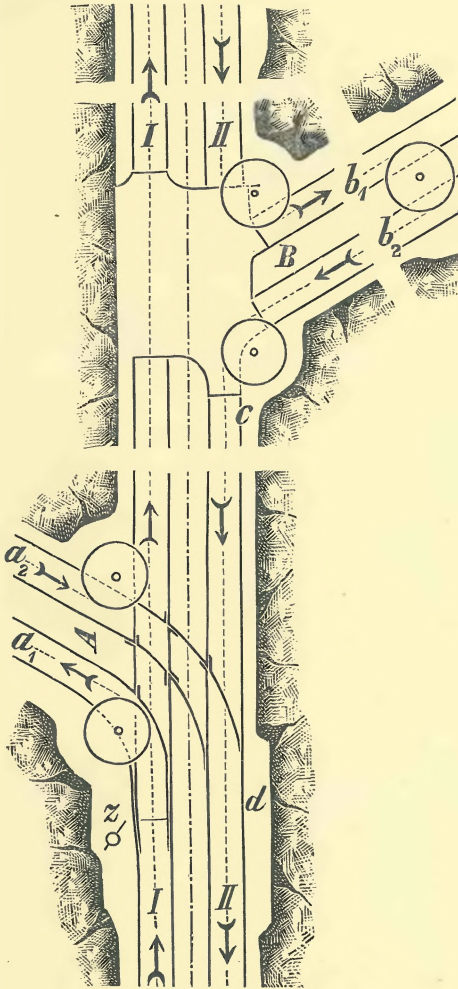


Fig. 538.

Na miejscu rozgałęzienia chodników, w punkcie A , część wozów próżnych biegnie po torze a_1 do chodnika bocznego, pozostała zaś część wozów biegnie wprost do rozgałęzienia B . Tutaj znowu część wozów próżnych zatrzymuje się i przeprowadza się na tor b_1 , posyłając je do końca chodnika bocznego, a reszta wozów idzie do stacji końcowej chodnika głównego.

Wozy naładowane biegną z końcowej stacji chodnika głównego po torze II, a z końca chodnika bocznego B , po torze b_2 do stacji pośredniej B , a gdy w punkcie c zostaną przyłączone do liny, biegną dalej do maszyny. Wozy naładowane, przychodzące

na stację pośrednią A , po torze a_2 , przechodzą w poprzek toru I i w punkcie d przyłączają się do liny.

Tego rodzaju urządzenie przedstawia bardzo wielkie niedogodności. Przedewszystkiem wszystkie chodniki muszą być ciągle

w działaniu, najmniejsze więc uszkodzenie w jakimkolwiek miejscu, wstrzymuje przewóz we wszystkich chodnikach.

Zwykle przewóz w chodnikach bocznych nie jest tak znaczny i tak prawidłowy jak w chodniku głównym, przy tego więc rodzaju urządzeniu odstęp między wozami w chodnikach bocznych wypadają bardzo wielkie, wskutek czego lina zanadto się opuszcza i wlece po spodku chodnika; potrzeba więc między relsami układać krążki.

Nareszcie lina musi być wszędzie jednakowej grubości, bo ją trzeba zastosować do największego naprężenia, co znowu powiększa koszty przewozu.

Dogodność zaś tego sposobu polega na tem, że, przy jednakowej grubości liny, można wszędzie używać jedne i te same łączniki, a prócz tego całe urządzenie jest bardzo proste.

Sposób przewozu za pomocą oddzielnych lin. Sposób przewozu za pomocą oddzielnych lin przedstawiają figury 539 i 540. Na wale

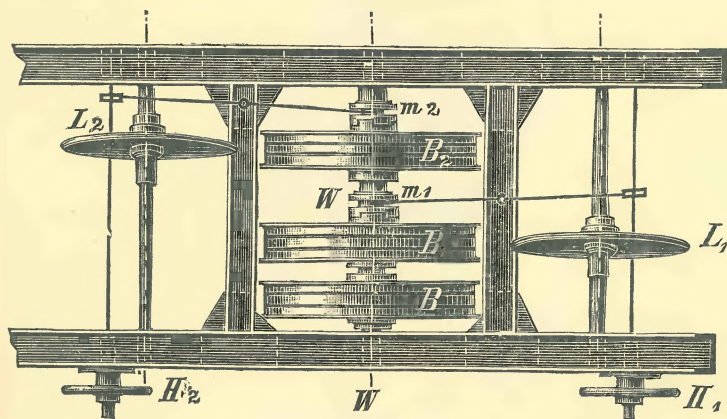


Fig. 539.]

pionowym osadzone są bębny linowe B , B_1 , B_2 . Bęben B jest osadzony stale, a bębny B_1 i B_2 są osadzone luźno i mogą być za pomocą muf łącznikowych m_1 i m_2 połączone z wałem albo z nim rozłączone. Łączenie i rozłączanie bębnow z wałem odbywa się obracając w jedną lub drugą stronę koła H_1 H_2 .

Przy każdym bębnie jest oddzielne koło linowe L , L_1 i L_2 w ten sposób ustawione, że każdy bęben, wraz ze swem kołem linowym, tworzy oddzielne urządzenie podobne do tego, jakiegoś wyżej opisali (fig. 538). Figury 539 i 540 przedstawiają urządzenie

przewozu z chodnika głównego i dwóch chodników bocznych, idących od końca chodnika głównego. Lina S (fig. 540) biegnie wzdłuż chodnika głównego, wprowadza się ona w ruch za pomocą maszyny ustawionej na przeciwległym końcu chodnika i służy dla przewozu w chodniku głównym. Bębny B_1 i B_2 z linami S_1 i S_2 służą do przewozu w chodnikach bocznych. Lina S wprawia w ruch bę-

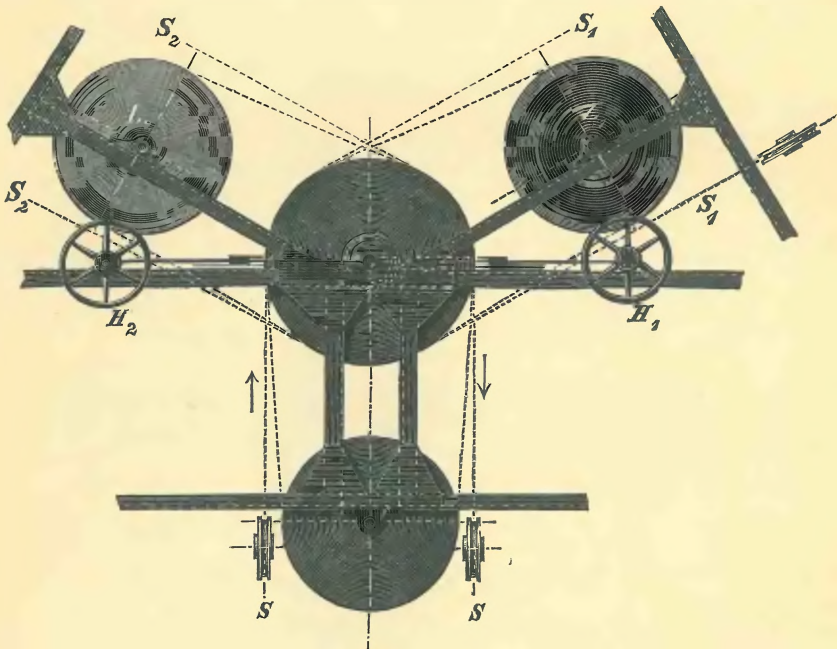


Fig. 540.

ben B , a także i wał W , który jest stale z tym bębniem połączony, łącząc zaś, za pomocą muf m_1 i m_2 , bębny B_1 i B_2 z wałem W , można wprowadzać w ruch liny S_1 i S_2 każdą z osobna albo obie razem.

To urządzenie jest więcej złożone, aniżeli urządzenie przedstawione na figurze 538, ale ma tę wyższość, że, w razie jakiegos uszkodzenia w chodniku bocznym, przewóz zatrzymuje się tylko w tym jednym chodniku, w innych zaś odbywa się bez przerwy. Prócz tego grubość liny w każdym chodniku może być inną i zastosowaną do tej siły, jaka jest potrzebną do przewozu w danym chodniku.

Figura 541 przedstawia sposób przewozu, przy którym każda lina ma swój oddzielny wał B , B_1 i B_2 , który otrzymuje ruch od

wału głównego *B*, za pomocą trybów stożkowych. Tego rodzaju urządzenie zastosowują wtedy, gdy prędkość przewozu w chodnikach bocznych ma być inną aniżeli w chodniku głównym, lub też gdy chodniki nie mają dostatecznej wysokości potrzebnej do urządzenia przedstawionego na figurach 539 i 540.

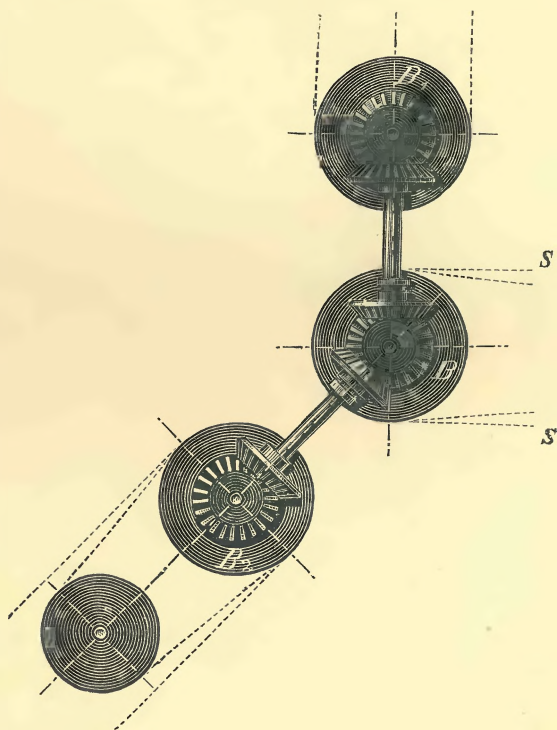


Fig. 541.

Przewóz bez automatycznego odczepiania wozów. Sposób ten różni się od poprzedzającego tem, że wozy przyczepiane są do liny nie za pomocą łączników, lecz za pomocą lekkich i krótkich łańcuchów (fig. 542). Łańcuchy te wyrabiają z żelaza okrągłego 6 mm. w średnicy. Łańcuch owija się około liny, a następnie hak umieszczony na jego końcu przekłada się przez ogniwo łańcucha. Wskutek tarcia powstającego pomiędzy węzłem, jaki tworzy owinięty łańcuch i liną wóz porusza się razem z liną. Na początku i na końcu chodnika przewozowego lina przechodzi przez krążek, umiesz-

czony na takiej wysokości, że wozy mogą swobodnie przechodzić pod liną.

Na końcu chodnika przewozowego, w miejscu gdzie są wozy odczepiane, droga ma spadek, tak, że wóz biegnie po relsach własnym ciężarem i z prędkością większą aniżeli lina, do której jest przyczepionym. Gdy więc wóz, biegnąc po spadku, zacznie wyprzedzać linę, łańcuch przestaje być naprężonym i wtedy go odczepiają. Najprzód odczepiają łańcuch od liny, a potem łańcuch od wozu.

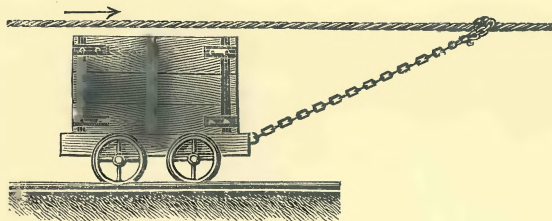


Fig. 542.

Niedostatek tego sposobu przyczepiania polega na tem, że gdy dla przewozu używa się lina cienka, węzeł z łańcucha może się ślizgać po linie, dla pewności więc często biorą liny grubsze aniżeli tego wymaga potrzeba. Prócz tego, gdy lina się skręca, łańcuch nawija się na nią, co może spowodować wykołnienie się wozu, szczególnie też wozu próżnego, który, jako lżejszy, łatwiej może być uniesiony do góry. Dlatego też ten sposób przyczepienia wozów może być używanym tylko w chodnikach zupełnie poziomych, lub też w chodnikach, w których spadek jest bardzo niewielki i przytem równomierny.

Jeżeli relsy ułożone w chodniku mają taki spadek, że wóz może się po nich toczyć własnym ciężarem, wtedy wózek zaczyna biec pod liną prędzej aniżeli sama lina, łańcuch, za pomocą którego jest przyczepiony do liny, przestaje być naprężonym i wóz, tocząc się, może przesunąć węzeł łańcucha.

Ponieważ, przy tym sposobie, wozy są przyczepiane do liny i odczepiane ręcznie, prędkość więc ruchu liny musi być bardzo nie wielką. Nareszcie najważniejszym niedostatkim tego sposobu przewozu jest to, że wymaga dużo obsługi, jest więc kosztowniejszym aniżeli sposób z automatycznym odczepianiem wózków.

Na stacyach pośrednich, podobnie jak i przy przewozie z auto-

matycznym odczepianiem wózków, lina podnosi się do góry za pomocą krążka. Ponieważ jednak, przy przechodzeniu wózków pod krążkiem, lina nie powinna się dotykać jego obwodu, bo łańcuch mógłby się nawinać na krążek i wóz mógłby się wykoleić, należy więc używać krążki z odsuwaczami. Taki krążek przedstawia figura 543 i 544. Na osi krążka umieszcza się skrzydełko *w*, które odsuwa łańcuch. Krawędź obwodu, ograniczająca krążek od strony łańcucha, jest zazębiona, gdy więc wózek przechodzi pod krąż-

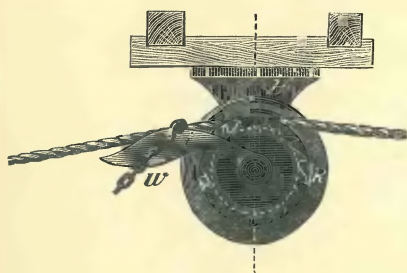


Fig. 543.

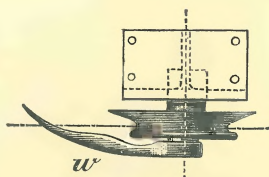


Fig. 544.

kiem, skrzydełko *w* odsuwa łańcuch, a gdy węzeł łańcucha wejdzie na krążek, zęby jakie są na jego obwodzie, podtrzymują go ciągle nad krążkiem.

Przewóz za pomocą liny z węzłami. Przewóz za pomocą liny gładkiej przedstawia tę niedogodność, że łączniki ściskają i zginają linę, co naturalnie odbija się bardzo niekorzystnie na jej trwałości. Dla zapobieżenia temu, w Niemczech, zaczęto używać lin z węzłami. Węzły na linach robią z konopi, albo metaliczne. Węzły z konopi robią w ten sposób, że w miejscu gdzie ma być zrobiony węzeł, linę dobrze wysuszają, zlekka nagrzewają, smarują smołą gorącą, do której dodają talku i kalafonii i owijają warstwą konopi 4 do 5 mm. grubą. Następnie powtórnie smarują smołą, owijają lekko skręconym sznurkiem, na 3 do 4 mm. grubo, jeszcze raz smarują smołą i owijają konopiami, które także smarują smołą, a po jej stwardnieniu węzeł wygładzają. Czasami linę tylko owijają sznurkiem, bez użycia smoły. Długość węzła zależy od siły ciągnącej, w chodnikach poziomych węzły robią od 8 do 10 ctm. długie.

Węzły metaliczne przedstawiają mufki w postaci rurek, które przytwierdzają do liny nitami. Najprzód nakładają na linę wszyst-

kie mufki, a potem je dopiero przynitowują we właściwych miejscach. Odległość między węzłami powinna być mniej więcej równą tej odległości, na jakiej mają być przyłączone wozy.

Jeżeli przewóz odbywa się po drogach poziomych, dla każdego wozu wystarcza jeden węzeł, tam jednak gdzie są silne spadki i wzniesienia, aby zapobiedz ślizganiu się wozów pod liną, robią 2 węzły jeden obok drugiego a między nich wstawiają łącznik. Łączniki przedstawiają widelki żelazne, które wstawiają w ucha zrobione w przedniej lub tylnej ścianie wózków, zupełnie w ten

Fig. 545.

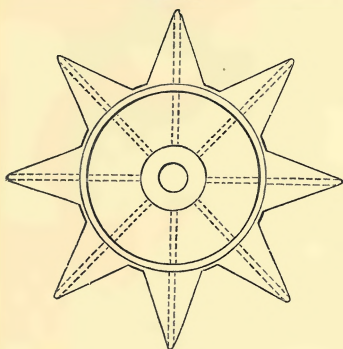
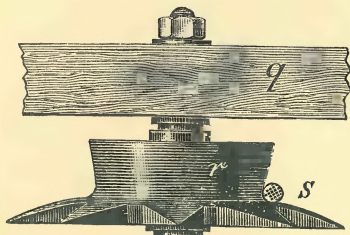


Fig. 546.

sam sposób jak przy przewozie linami gładkimi (fig. 526 str. 57).

Stacye końcowe jak również stacye pośrednie, a także i krążki na zakrzywieniach, są urządzone w ten sam sposób, jak przy przewozie linami gładkimi.

Na zakrzywieniach często używają krążki z gwiazdami (fig. 545 i 546), które się składają z dwóch części, z właściwego krążka *r* i z gwiazdy *s*, obie te części są osadzone na osi przytwierdzonej do belki *q*, krążek i gwiazda mogą się obracać około osi niezależnie jedno od drugiego. Lina znajduje się zwykle na krążku w położeniu przedstawionem na figurze 545 i w takim razie obraca się tylko krążek *r*, gwiazda zaś *s* pozostaje nieruchomą. Jeżeli jednak naprę-

żenie liny się zmniejszy w takim razie lina układa się na zębach gwiazdy i ślizgając się po nich, podnosi się i przyjmuje pierwotne położenie. Gdy wózek dochodzi do krążka, łącznik zaczepia się za ząb gwiazdy, a przesunąwszy ją na pewną część obwodu, przechodzi około krążka *r*. Są to krążki najlepsze, które równie dobrze mogą być używane i przy przewozie za pomocą lin gładkich.

Przewóz za pomocą liny przeprowadzonej pod wozami. Przy tym sposobie przewozu lina leży na krążkach przymocowanych do spodka wzdłuż całego chodnika przewozowego. Krążki nadające kierunek linie używane są takie same jak i przy przewo-

zie za pomocą liny przeprowadzonej nad wozami (str. 34). Bęben linowy otrzymujący ruch od maszyny, a także i koło linowe powrotne, umieszczone na dwóch przeciwległych końcach chodnika przewozowego, są osadzone na wałach pionowych, poniżej relsów, pod spodem chodnika, a lina wychodzi po nad relsy dopiero na stacjach głównych, w tem miejscu gdzie wózki się do niej przyczepiają.

Ponieważ lina wzdłuż całego chodnika musi leżeć na krążkach, całe więc urządzenie kosztuje drożej, aniżeli przy przewozie za pomocą liny przeprowadzonej nad wózkami. Prócz tego dla przewozu z liną pod wózkami potrzebną jest większa siła i lina prędzej się zużywa, dlatego też ten sposób przewozu wogóle używa się rzadziej. On także, z przyczyny znacznej liczby krążków, przez które lina przechodzi, nie może być zastosowany dla lin z węzłami. Jedyną zaletą tego sposobu jest to, że chodnik przewozowy jest zupełnie wolny, a ponieważ lina leży bardzo nisko, przejazd przez krzywe jest łatwiejszy. Przyczepienie oddzielnych wózków do liny jest przy tym sposobie przewozu także trudniejsze, dlatego też nadaje się on lepiej do przewozu małymi pociągami.

Łączniki używane do przyczepienia całych pociągów i oddzielnych wozów mogą być bardzo rozmaite. Łącznik przedstawiony na figurze 547 składa się z dwóch części a i a_1 , w których jest wyrobiony otwór dla liny. Części te są połączone z sobą na zawiasach. Wózek przyczepiony jest do liny za pomocą krótkiego łańcucha k , którego jeden koniec opatrzony jest hakiem, a drugi koniec jest stale przyczepiony do ucha o . Do części a jest przytwierdzony sworzeń b , przez który, po zamknięciu łącznika, przesuwają się zatyczka.

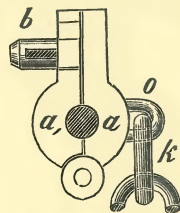


Fig. 547.

Łącznik fig. 548 i 549, bardzo często używany w kopalniach w Anglii, także się składa z dwóch części a i b , połączonych na zawiasach i które się zamykają za pomocą ruchomej mufki c .

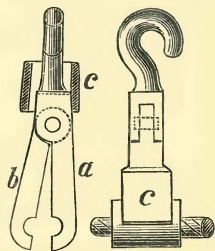


Fig. 548. Fig. 549.

Jak powiedzieliśmy wyżej, sposób przewozu za pomocą liny bez końca, przeprowa-

dzonej pod wozami, nadaje się lepiej do przewozu pociągami. Pociągi w takim razie składają się tylko z bardzo małej liczby wozów, ponieważ łączniki, za pomocą których przyczepia się je do liny, nie są w stanie wytrzymać zbyt wielkiego obciążenia. Prócz tego, ponieważ przy przewozie za pomocą liny bez końca prędkość przewozu jest zwykle bardzo niewielką, można więc otrzymać dobre rezultaty tylko wtedy, gdy kilka pociągów jest od razu przyczepionych do liny.

Jeżeli tor w chodniku przewozowym jest podwójny, w takim razie przewóz pociągami odbywa się mniej więcej w ten sam sposób jak i przewóz oddzielnymi wózkami. Dla przewozu jednak pociągami chodnik nie potrzebuje być dwutorowy, można więc wzdłuż całego chodnika ułożyć tylko jedną parę relsów, a po 2 tory układać na stacjach krańcowych i na rozjazdach, przyczem liczba rozjazdów musi być równą połowie liczby jednocześnie biegnących pociągów.

Przy urządzeniu rozjazdów należy odróżniać 2 wypadki:
a) gdy lina biegnie zawsze w jednym i tym samym kierunku i b) gdy

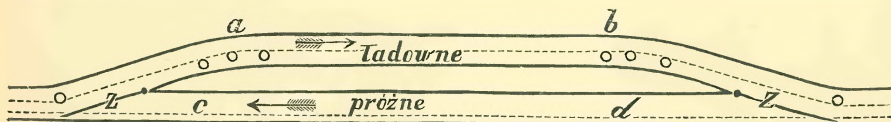


Fig. 550.

ruch liny odbywa się naprzemian w dwóch przeciwnych kierunkach. W pierwszym wypadku, to jest gdy kierunek biegu liny jest zawsze jeden i ten sam, linę, na miejscu rozjazdu, przeprowadzają w sposób, jak wskazuje fig. 550. Wtedy pociągi z wozami naładowanymi przechodzą po relsach *a b*, a wozy próżne po relsach *c d*, a ponieważ wszystkie pociągi muszą przechodzić przez linę, więc igły zwrotnic *z z* tak układają, aby mogły być przesuwane nad liną.

W drugim wypadku, gdy ruch liny odbywa się naprzemian w dwóch przeciwnych kierunkach, linę przeprowadzają jak wskazuje figura 551. Tutaj część liny *a b*, która przed zwrotnicą *z* jest ułożoną po środku toru, między relsami, za zwrotnicą *z* przechodzi na zewnątrz toru, część więc liny, która jest ułożoną między relsami ciągnie naprzemian raz wozy naładowane, a drugi raz wozy puste. Gdy pociąg dojdzie do zwrotnicy, odczepiają go od liny i to-

czy się on dalej, na odpowiedni tor, swoim własnym ciężarem. Następnie pociąg wozów próżnych przyczepiają do tej części liny, do której były przyczepione wozy naładowane, a wozy naładowane przyczepiają do tej części liny, która ciągnęła wozy próżne i maszynę puszczają w odwrotnym kierunku tak, aby każdy z pociągów doszedł do tej stacji, do której był przeznaczony. W miejscach gdzie koła wozów muszą przechodzić przez linę, lina przechodzi

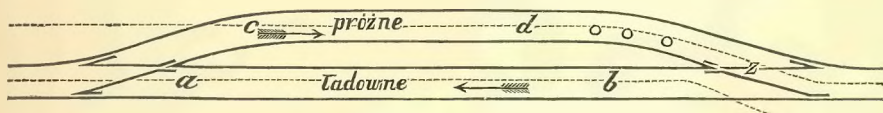


Fig. 551.

pod igłą zwrotnicową, która jest umocowaną nieruchomo. W igle zwrotnicowej od strony spodniej jest zrobione wycięcie dla liny.

Przewóz łańcuchowy.

Przewóz łańcuchowy odbywa się w ten sam sposób jak i przewóz za pomocą liny bez końca z wózkami przyczepionymi pojedynczo, w pewnych odstępach. Chodnik musi być dwutorowy. Na jednym końcu chodnika, w bliskości szybu, ustawioną jest maszyna, wprowadzająca w ruch łańcuch, na drugim koło łańcuchowe powrotne. Łańcuch bez końca owija bęben maszyny, idzie dalej wzdłuż chodnika, po środku toru, między relsami, aż do koła powrotnego, owija to koło i wraca, po środku drugiego toru, do bębna maszyny. Podobnie jak i lina bez końca, łańcuch może być przeprowadzony nad wózkami, albo pod wózkami.

Przewóz za pomocą łańcucha bez końca przeprowadzonego nad wózkami. Łańcuch owija bęben maszyny w ten sam sposób jak i lina od $1\frac{1}{2}$ do $3\frac{1}{2}$ razy, co zależy od długości przewozu. Obwód bębna, jak również i obwód koła linowego jest wyłożony drzewem. Oblicowanie drzewne bębna wystarcza zwykle nie dłużej jak na 2 lata, bo je łańcuch bardzo prędko ściera, a co 3 lub 4 miesiące musi być na nowo obtaczane.

W bliskości maszyny jest umieszczony przyrząd naprężający łańcuch, urządzony mniej więcej w ten sam sposób jak i przyrząd naprężający linę (str. 54).

Łańcuch leży albo bezpośrednio na wózkach, albo też na łącznikach mających kształt widełek, które są nakładane na jeden z krótkich boków wozu (fig. 552 i 553). Używają także i łączników

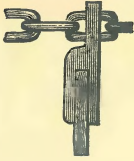


Fig. 552.



Fig. 553.

takiego samego kształtu jak i łączniki angielskie. Łączniki bardzo nadwierają bok wózka, na którym są osadzone, dlatego też ten bok powinien być znacznie grubszym.

Jeżeli łańcuch leży bezpośrednio na wozach, wtedy musi być znacznie cięższym, bo porusza on wózek wyłącznie swoim ciężarem. Urządzenie więc przewozu kosztuje wtedy znacznie drożej. Prócz tego łańcuch leżący bezpośrednio na wozach rozkrusza węgiel i wózki nie mogą być naładowywane zupełnie pełno. Z tych względów daleko częściej przewóz urządza się w ten sposób, że łańcuch podtrzymują łączniki.

Prędkość biegu łańcucha może być rozmaita, od 0,5 m. do 2 m. na sekundę. Najczęściej nadają łańcuchowi prędkość 0,75 lub $1\frac{1}{2}$ m., co zależy od ilości przewozu i od wielkości odstępów między wozami.

Prędkość biegu łańcucha, ilość przewozu i wielkość odstępów pomiędzy wozami są z sobą w ścisłym stosunku, mając więc dwie z tych danych, trzecią nie trudno odszukać. Tak np. jeżeli ilość wozów, jaką potrzeba przewieźć w ciągu godziny i która jest zawsze wiadomą, oznaczymy przez n , a wielkość odstępów między wozami chcą mieć x metrów, to prędkość v łańcucha wyprowadzają następującym sposobem. Długość drogi, jaką łańcuch przechodzi w ciągu godziny, równa się $v \cdot 60 \cdot 60$ metrów. Ta zaś długość równa się wielkości odstępów między wozami, wyrażonej w metrach, pomnożonej przez liczbę wozów przewożonych w ciągu godziny, to jest = $n x$, czyli:

$$v \cdot 60 \cdot 60 = n x$$

$$v = \frac{n x}{60 \cdot 60}.$$

Mając daną prędkość łańcucha i liczbę wozów przewożonych w ciągu godziny, wielkość odstępów między wozami znajdujemy z formuły:

$$x = \frac{60 \cdot 60 \cdot v}{n}.$$

Nareszcie mając daną prędkość łańcucha i wielkość odstępów, możemy znaleźć ilość wozów przewożonych w ciągu godziny:

$$n = \frac{v \cdot 60 \cdot 60}{x}.$$

Jeżeli np. potrzeba przewieźć w ciągu godziny 180 wozów, a chcieliby aby wozy były przyczepiane do łańcucha w odległości 20 met. jeden od drugiego, to prędkość łańcucha powinna być:

$$v = \frac{180 \times 20}{60 \times 60} = 1 \text{ metr na sekundę}$$

$$x = \frac{60 \times 60 \times 1}{180} = 20 \text{ met.}$$

$$n = \frac{60 \times 60 \times 1}{20} = 180 \text{ wozów.}$$

Przy jednakowej ilości przewozu prędkość łańcucha jest w ściślejszej zależności od odległości, na jakiej wozy są do niego przyczepiane. Jeżeli więc łańcuchowi nadaną zostanie większa prędkość, to odstęp między wozami mogą być większe i w takim razie łańcuch może być użyty lżejszy. Należy jednak zwrócić uwagę na to, że im prędkość łańcucha jest mniejsza, tem całe urządzenie przedstawia więcej bezpieczeństwa i rzadziej się psuje, praca zaś maszyny w obu wypadkach pozostaje jednakową, bo ona się równa masie pomnożonej przez prędkość, to jest $P = Mv$. Czy więc masa będzie większą, a prędkość mniejszą, lub naodwrot, rezultat będzie jeden i ten sam. Z tej więc przyczyny lepiej jest dawać łańcuchowi małą prędkość, tembardziej, że i przy małych prędkościach łańcucha ilość przewozu może być bardzo znaczną. Tak np. przy prędkości łańcucha 1 m. na sekundę i przy odstępach między wozami 15 m. w ciągu 8-iu godzin można przewieźć:

$$\frac{1 \times 60 \times 60 \times 8}{15} = 1920 \text{ wozów,}$$

a taka ilość przewozu w największej liczbie wypadków jest zupełnie wystarczającą.

Przy danej prędkości łańcucha i danych odstępach między wozami, ilość przewozu nie zależy od długości chodnika, w oznaczonym więc czasie można przewieźć jedną i tę samą ilość wozów, bez względu na to, czy chodnik ma 1000 lub 3000 met. długości.

Przy prędkości łańcucha 2 m. na sekundę i odstępach między wozami 10 m., można przewieźć w ciągu 8-iu godzin, nie zważając na długość chodnika,

$$\frac{2 \times 60 \times 60 \times 8}{10} = 5760 \text{ wozów,}$$

to jest taką ilość, jaką rzadko która kopalnia dostarczyć może.

Jeżeli chodnik ma zakrzywienia, w takim razie na krzywych, jeżeli tylko promienie krzywych nie są dostatecznie wielkie, potrzeba ustawiać podobnie jak i przy przewozie linowym krążki kierunkowe, w każdym jednak razie przejazd przez krzywe przy przewozie łańcuchowym jest trudniejszy aniżeli przy przewozie linowym. Zwykle nie dochodząc do zakrzywienia, drogę stopniowo podnoszą cokolwiek do góry, a na zakrzywieniu droga ma spadek, tak, że wózek, doszedłszy do zakrzywienia, stacza się dalej pod łańcuchem swoim własnym ciężarem. Łańcuch na zakrzywieniu jest podtrzymywany przez krążek, za krzywą zaś łańcuch się opuszcza i wózek znowu wchodzi pod niego. Zdarza się jednak, że wózek nie trafia pod łańcuch, dlatego też zwykle na zakrzywieniach stawiają oddzielnego robotnika, który przeprowadza wozy przez krzywe. Z tego względu w chodnikach bardzo pokrzywionych przewóz łańcuchowy się nie opłaca i wtedy lepiej jest urządzić przewóz linowy.

Przy przewozie łańcuchowym wozy powinny być, podobnie jak i przy przewozie linowym, przyczepiane do łańcucha w równych odstępach, dla dopięcia tego celu używają takie same przyrządy, jakie były opisane przy przewozie linowym.

Przewóz za pomocą łańcucha przeprowadzonego pod wozami.
Sposób przewozu za pomocą łańcucha przeprowadzonego pod wo-

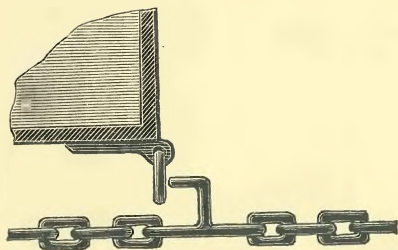


Fig. 554.

zami daje rezultaty zadowalniające tylko na powierzchni i tylko wtedy, gdy odległość na jaką się przewóz odbywa jest nieznaczną. W chodnikach podziemnych on się nie nadaje, bo na spodku chodników zawsze jest błoto, które ruch łańcucha bardzo utrudnia.

Wozy przyczepiają albo za pomocą krótkich łańcuchów, albo też za pomocą łączników. W kopalni Wiendahlsbank w Westfalii

łańcuch przeprowadzony pod wozami, który jest rozciągnięty na krążkach przytwierdzonych do spodka chodnika, zrobiony jest w ten sposób, że w pewnych odstępach są w niego wstawione ogniwa z hakami zagiętymi pod kątem prostym (fig. 554), które służą jako łączniki i same wchodzą w kółka przyczepione do wozów.

Porównanie różnych sposobów przewozu. Według Brauna*) koszt przewozu 1 ton-kil. sposobem za pomocą liny bez końca wynosi fenigów:

przy długości przewozu . .	1000—2000 — 3000 — 4000 m.
Jeżeli wozy są przyczepione do	
liny łącznikami angielskimi	2,82 — 1,97 — 1,78 — 1,70
Jeżeli za pomocą łańcuchów . .	3,40 — 2,25 — 2,00 — 1,88
Za pomocą liny z węzłami z konopi	2,68 — 2,00 — 1,85 — 1,79
„ „ „ „ metalicznymi	2,51 — 1,90 — 1,82 — 1,80
Średnio przewóz za pomocą liny	
bez końca	2,85 — 2,03 — 1,86 — 1,79

Obliczenie zrobione jest w przypuszczeniu, że chodnik przewozowy jest zupełnie prosty i poziomy, że w ciągu 8-godzinnej zmiany przewozi się 2400 wozów, przy ciężarze martwym wozu 350 kg. i ciężarze pożytecznym 500 kg. i że lina jaka się używa do przewozu jest zrobioną z najlepszej stali tyglowej, której wytrzymałość na rozerwanie wynosi 104 kg. na 1 mm.² i że jest obciążoną tylko 13 kg. na 1 mm.², to jest tylko $\frac{1}{8}$ tego ciężaru jaki jest potrzebny do jej rozerwania. Dalej przyjmuje się, że gdy wozy są przyczepione do liny za pomocą łączników, prędkość ruchu liny wynosi 1,25 met., a gdy wozy są przyczepione krótkimi łańcuchami, to tylko 0,75 m. na sekundę.

Z tego zestawienia widzimy, że przewóz kosztuje najdrożej, gdy wozy są przyczepione do liny gładkiej za pomocą łańcuchów i że w miarę zwiększania się długości przewozu, różnica kosztów przewozu 1 ton-kil. staje się coraz mniejszą.

Należy jeszcze zwrócić uwagę, że lina gładka wogóle służy dłużej aniżeli lina z węzłami i że lina gładka służy dłużej gdy wozy przyczepiają się do niej krótkimi łańcuchami, aniżeli wtedy, gdy używają się łączniki angielskie. Nareszcie jakakolwiek lina będzie użyta i w jakikolwiek sposób wozy będą do niej przyczepione, to przy jednakowych wszystkich innych warunkach, termin jej

*) E. Braun: Die Seil földerung, Freirberg 1898, str. 163.

służby będzie tem dłuższy, im lina jest dłuższą, to jest im przewóz odbywa się na większą odległość, bo wtedy oddzielne części liny rzadziej przychodzą w zetknięcie z bębniami, krażkami i łącznikami, wskutek czego lina mniej się zużywa.

Najdłużej lina służy od 4—5 lat, co się jednak rzadko zdarza, zwykle służy 2—2½ lat.

Można powiedzieć, że lina służy 5 lat jeżeli jest gładką i wozy przyczepiane są łańcuchami krótkimi; 4 lata jeżeli wozy są przyczepiane za pomocą łączników angielskich; 3½ lat służy lina z węzłami z konopi i 2½ lat lina z węzłami metalicznymi.

Porównanie kosztów przewozu linowego z kosztami przewozu końmi jest dosyć trudne, ponieważ koszty utrzymania koni w różnych miejscowościach mogą być bardzo różne. Braun koszty przewozu 1 ton-kil. ocenia przy długości przewozu 1000 metr., 2000 m., 3009 m. i 4000 m. na 13 fenigów, 12 fen., 11 f. i 10 fenigów, a wtedy w porównaniu z przewozem linowym otrzymuje się następujące oszczędności:

Długość przewozu . . .	1000 — 2000 — 3000 — 4000 m.
Przewóz 1 ton-kil. końmi . .	13 — 12 — 11 — 10 f.
1 ton-kil. przy przewozielinowym	2,85 — 2,03 — 1,86 — 1,79 „
Oszczędność na 1 ton-kil. . .	10,15 — 9,87 — 9,14 — 8,21 „

Porównyując przewóz łańcuchowy z przewozem linowym, przedewszystkiem należy zauważyć, że koszt całego urządzenia przewozu łańcuchowego jest większy, a mianowicie na każde 1000 metr. długości przewozu, urządzenie dla przewozu łańcuchowego kosztuje według Brauna o 1000 marek drożej od urządzenia dla przewozu linowego, co głównie pochodzi wskutek ciężaru samego łańcucha. Przy jednakowej długości, łańcuch jest 4 razy cięższy od liny, ale tylko 2 razy droższy, ponieważ jednak łańcuch służy średnio przez 10 lat, a lina przez 2½ lat, to jeden łańcuch służy tyle czasu ile 4 liny, czyli, że w ostatecznym rezultacie lina kosztuje 2 razy drożej od łańcucha.

Przy jednych i tych samych warunkach przewóz 1 ton-kil. kosztuje fenigów:

przy długości . . .	1000 — 2000 — 3000 — 4000 metr.
za pomocą liny bez końca .	2,85 — 2,03 — 1,86 — 1,79
„ łańcucha bez końca	2,38 — 1,67 — 1,52 — 1,49
czyli kosztuje taniej o . .	0,47 — 0,36 — 0,34 — 0,30

Obliczając na zasadzie tych danych wypada, że za tę samą sumę, która jest potrzebną na urządzenie przewozu linowego i utrzy-

manie go w ciągu lat 10-ciu, można zbudować przewóz łańcuchowy takiej samej długości, utrzymywać go lat 10, a z oszczędności jaką się otrzyma urządzić drugi takiej samej długości przewóz łańcuchowy. Koszty przewozu linowego są znacznie wyższe, wyłącznie tylko wskutek trudności przyczepiania wozów do liny. Gdyby można było przyczepiać wozy do liny z taką samą łatwością, z jaką się je przyczepia do łańcucha, wtedy koszty przewozu linowego i łańcuchowego byłyby jednakowe.

W chodnikach prostych, w których droga nie jest zupełnie poziomą, lub też nie ma na całej długości równomiernego spadku, przewóz łańcuchowy jest daleko dogodniejszym, ponieważ łańcuch ciężarem swoim przygniata wóz i przechodząc w tych miejscach gdzie droga ma wklęsnięcia, pewniej i mocniej stoi na relsach, prędkość więc ruchu wozów może być większą. Im zaś większą jest prędkość wozów, tem liczba ich może być mniejszą, a więc potrzeba mniejszego kapitału zakładowego.

Wogóle więc przewóz łańcuchowy jest dogodniejszym i tańszym od przewozu linowego. Jeżeli jednak chodnik przewozowy ma liczne zakrzywienia, o małych promieniach, w takim razie przewóz linowy już jest dogodniejszym, bo przy przewozie łańcuchowym, na każdym zakrzywieniu chodnika, musi być oddzielny robotnik, dla przeprowadzania wózków przez zakrzywienie. Również przewóz linowy jest dogodniejszy wtedy, gdy jest dużo stacyi pośrednich, obsługa których przy przewozie łańcuchowym jest droższą. Z tego wypada, że w chodnikach prostych, jak np. w przecznicach, należy urządzać przewóz łańcuchowy, w chodnikach zaś idących w kierunku rozciągłości pokładu, mających liczne zakrzywienia, lepiej jest urządzić przewóz linowy. Nareszcie jeżeli chodnik jest bardzo pokrzywiony i jeżeli zakrzywienia są o małych promieniach, wtedy można zastosowywać przewóz tylko lokomotywami.

Przewóz lokomotywami.

Zastosowanie lokomotyw do przewozu w kopalniach przedstawia bardzo wielkie trudności, nie zważając więc na wielokrotne próby, dotąd nie otrzymano jeszcze zupełnie zadawalniających rezultatów. Lokomotywy parowe ze zwykłemi paleniskami, z przyczyny wielkiej ilości wydzielającego się z nich dymu i pary, nie mogą być używane w kopalniach, bo oprócz tego, że zatruwają powietrze, relsy kopalniane pokrywają się jeszcze materią tłustą,

ślizka, podobną do sadzy, wskutek czego pod koła trzeba sypać piasek, co znowu powoduje nadzwyczaj prędkie zużycie kół. Może więc być mowa tylko o zastosowaniu lokomotyw bezdymnych, ale i te lokomotywy nie mogą konkurować z przewozem linowym, bo są bardzo drogie, często się psują, wymagają do ich obsługi specjalnie wykształconych ludzi i wreszcie ich sprawność jest bardzo niewielka.

Koń w kopalni może ciągnąć 10, a w dobrze utrzymanych chodnikach nawet 12 do 15-stu wozów, to jest nie wiele co mniej jak lokomotywa bezdymna, prędkość zaś przewozu 70 do 90 met. na minutę, jaką można osiągnąć przy przewozie końmi, z wielu przyczyn nie bardzo się daje w kopalniach zwiększyć. Wprawdzie zwiększając ciężar lokomotywy, można zwiększyć liczbę wozów w pociągach, ale zwiększeniu ciężaru lokomotywy przyczynia zbyt wielkie niedogodności. Pomijając to, że tam gdzie pociągi składają się z większej liczby wózków, przewóz nie może się już odbywać zupełnie prawidłowo, należy jeszcze zwrócić uwagę, że w kopalniach łączniki do zaczepiania wozów nie są sprężyste, gdy więc liczba wozów w pociągu jest za wielka, to przy zatrzymywaniu pociągu następują tak silne uderzenia, że łączniki pękają. Prócz tego, aby można było używać cięższe lokomotywy, potrzebaby zupełnie inaczej budować kolejki kopalniane, co znowu znacznieby powiększyło koszty układania kolejek. Nakoniec lokomotywy bezdymne działają z ciągle zmniejszającą się siłą, zawsze więc jest obawa, że pociąg może się zatrzymać po środku drogi. Dlatego też z pomiędzy lokomotyw bezdymnych, właściwie mówiąc mogą mieć zastosowanie w kopalniach tylko lokomotywy elektryczne, chociaż przewóz temi lokomotywami jest zawsze o wiele droższym od przewozu elektrycznego linowego. W pewnych jednak razach lokomotywy bezdymne mogą oddawać wielkie usługi, jak np. przy przewozie w chodnikach bocznych dosyć długich i pokrzywionych, po których wozy muszą przejść wprzód, nim dojdą do stacyi z której się zaczyna przewóz linowy.

Lokomotywy systemu Lamm-Francq'a. Lokomotywa składa się z kotła zabezpieczonego pakunkiem od ochładzania się. Kocioł napełniają wodą gorącą, do której wpuszczają parę pod bardzo wysokiem ciśnieniem, aż dopóki woda nie zostanie przegrzana. Lokomotywa działa póki się kocioł nie ochłodzi. Do przewozu pod ziemią lokomotywy te zupełnie się nie nadają, bo wymagają urządzenia kotła w samej kopalni, co połączone jest z wielkimi niedo-

godnościami i wielkiem niebezpieczeństwem, a prócz tego wydzielająca się para bardzo zanieczyszcza powietrze i psuje obudowę drzewną w kopalni.

Lokomotywy Hönigmann'a. Budowa lokomotywy Hönigmann'a polega na tem, że potaż lub soda kaustyczna pochłania parę wodną mającą temperaturę 130° i więcej, to jest temperaturę wyższą aniżeli ta, jaką ma para wprowadzająca w ruch maszynę. Lokomotywa Hönigmann'a składa się z kotła cylindrycznego, wewnątrz którego umieszczone są 2 ścianki miedziane, lub mosiężne, rozdzielające kocioł na 3 części. Średnia część jest największą, w nią wysypują potaż lub sodę kaustyczną, a dwie boczne części napełniają wodą. Te boczne części tworzą właściwie kocioł i one są połączone z sobą rurami miedzianymi lub mosiężnymi. Do środkowej części kotła, w której znajduje się soda kaustyczna, wprowadzają parę zużyta, wskutek czego ług sodowy bardzo się nagrzewa i oddaje swoją temperaturę wodzie napełniającej boczne przeogrody. Tym sposobem para zużyta, zgęszczając się, wywołuje wydzielenie się świeżej pary i to ma miejsce do czasu póki temperatura wrzenia ługu sodowego nie spadnie poniżej pewnego punktu.

Kocioł musi być od czasu do czasu zasilany wodą gorącą, jak również i sodą kaustyczną.

Lokomotywy Hönigmann'a z przyczyny ich wysokiej ceny i znacznego ciężaru nie weszły w użycie.

Lokomotywy działające zgęszczonem powietrzem. Lokomotywy działające zgęszczonem powietrzem były zastosowane do przewozu przy pędzeniu tunelu St. Gotard'a. Składały się one ze zbiornika z blachy stalowej 7,6 m.³ objętości, napełnionego powietrzem zgęszczonem pod ciśnieniem 14 atm. Powietrze z tego zbiornika wychodziło do cylindra roboczego, za pomocą samodzielnego regulatora, pod ciśnieniem 3 atm. Lokomotywa ciągnęła w tunelu St. Gotard'a pociąg, który ważył od 30 do 60 tonn. na odległość 400 met., z prędkością 10-ciu kilom. na godzinę. Praca pożyteczna powietrza zgęszczonego wynosiła, podobnie jak w maszynach wiertniczych, tylko 25%.

Mekarski zbudował lokomotywę działającą mieszaniną pary i zgęszczonego powietrza. Jest ona lepszą od lokomotywy działającej samem zgęszczonem powietrzem, ale nie znalazła zastosowania, bo, jak się okazało, koszty przewozu, z przyczyny częstej na-

prawy i napełniania lokomotywy, wypadają tak drogo, że przewóz tą lokomotywą nie był tańszym od przewozu końmi.

Lokomotywy działające zgęszczonem powietrzem, podobnie jak i wszystkie inne wyżej opisane, mają ten wielki niedostatek, że działają z ciągle zmniejszającą się siłą.

Lokomotywy elektryczne. Lokomotywy elektryczne okazały się w kopalniach najpraktyczniejszymi. Mogą one być dowolnego rodzaju, z przewodnikami przeprowadzonymi wzdłuż chodnika przewozowego i z akumulatorami.

W lokomotywach pierwszego rodzaju prąd przeprowadza się, od dynamo-maszyny ustawionej na powierzchni ziemi, po linie z drutu miedzianego aż do punktu, z którego zaczyna się przewóz, a następnie wzdłuż chodnika przewozowego za pomocą dwóch szyn umocowanych w piętrze chodnika przewozowego. Przez jedną z tych szyn prąd wchodzi do lokomotywy a przez drugą z niej wychodzi.

Lokomotywa waży około 2000 kg. i jest przystosowaną do jazdy naprzód i w tył. Opatrzona jest ona kontaktem w kształcie trzewika ślizgającego się po szynie i połączonego z elektromotorem, umieszczonym na lokomotywie.

Tego rodzaju lokomotywy mogą być zastosowane tylko w kopalniach, w których niema gazów wybuchających, ponieważ przy ich zatrzymywaniu powstają bardzo silne iskry, których uniknąć dotąd nie potrafiono. Również mało się nadają w chodnikach wilgotnych, ponieważ w podobnych chodnikach szyny nigdy nie mogą być zupełnie suche, powstaje więc znaczna strata siły.

Lokomotywy z akumulatorami składają się z dwóch części z właściwej lokomotywy i tendera. Lokomotywa przedstawia dynamomaszynę ustawioną na platformie z kołami, a tender zawiera silną baterię akumulatorów. Te lokomotywy mają przyszłość, bo mogą być zastosowane do przewozu po kolejkach ułożonych we wszystkich chodnikach. Prędkość ich biegu wynosi od 10 do 12 kilometr. na godzinę.

Porównyując z sobą zalety i niedostatki przewozu maszynowego za pomocą lin i przewozu lokomotywami, dziś jeszcze należy oddać pierwszeństwo przewozowi za pomocą lin. Lokomotywy kosztują drożej, potrzebują bardzo często naprawy, wymagają do prowadzenia pociągów ludzi specjalnie wykształconych i ich siła przewozowa jest słabszą.

Przewóz wodą.

Przewóz wodą w kopalniach był po raz pierwszy zastosowany w Anglii w roku 1766, w kopalniach węgla Worsley*). Kopalnia Worsley była połączoną kanałem z miastem Manchester. Kanał ten przedłużono do wnętrza kopalni, przeprowadzając na głębokości 70 metrów pod powierzchnią ziemi sztolnię, która przecięła 5 pokładów węgla zdalnych do odbudowy. Tym sposobem chodniki podziemne zostały bezpośrednio połączone z kanałem Manchester i prawie cała ilość węgla wydobywanego w kopalni, a także i wszystkie materiały niezbędne do robót kopalnianych, były dostarczane wodą. Długość chodników, po których odbywał się przewóz wodą, dochodziła do 5655 metr., wysokość ich 2,44 metr., szerokość 2,74 metr., głębokość wody w chodnikach 1,10 metr.

Za przykładem Anglii poszły inne kraje i w początkach bieżącego stulecia przewóz wodą po chodnikach podziemnych miał dosyć obszerne zastosowanie.

Przewóz wodą należy bez kwestyi do najtańszych, bo utrzymanie drogi (to jest poziomu wody), a także i koszty pierwotnego urządzenia są bardzo niewielkie, w dzisiejszych jednak kopalniach, które się przygotowują na ogromne wydobycie, byłby nie wystarczającym, dlatego też nowych tego rodzaju urządzeń nigdzie się już nie spotyka, stare jednak i po dziś dzień dobrze funkcjonują.

Łodzie do przewozu robią z blachy żelaznej, o pojemności od 5 do 7 $\frac{1}{2}$ tonn, prędkość przewozu 5-ciotonnowej łodzi wynosi na Harcu 11 metr. na minutę, pusta zaś łódź wraca z prędkością 22 metr. na minutę. Dla zmniejszenia kosztów wyładowywania rudę nasypują nie wprost do łodzi, lecz do skrzynek, które, po dojściu łodzi do szybu, przyczepiają wprost do liny i wyciągają na powierzchnię ziemi bez przeładowywania.

Łodzie wprowadzają w ruch rozmaitym sposobem, albo robotnik znajdujący się na przodzie łodzi ciągnie ją chwytając się rękami za linę rozciągniętą pod stropem, wzdłuż chodnika przewozowego, albo też wozak kładzie się na wznak na rudzie i odpycha łódź, opierając się nogami o strop, albo wreszcie ciągnie łódź chwytając się rękami za kołki umyślnie w tym celu umocowane w ścianach chodnika przewozowego.

*) Ponson. *Traité de l'exploitation des mines de houille*. Liège 1853, str. 89.

Przewóz po pochylniach.

Przewóz po pochylniach może się odbywać w dwóch kierunkach, a mianowicie z górnego poziomu na dolny i z dolnego poziomu na górny. W pierwszym wypadku siłą wprowadzającą w ruch wózki służy ciężar opuszczanego minerału, w drugim zaś podnoszenie wozów odbywa się przy pomocy maszyn, poruszanych siłą pary, zgęszczonego powietrza, lub też elektrycznością.

Przewóz minerałów z górnego poziomu na dolny. Jeżeli spadek pochylni jest bardzo nieznaczny, w takim razie przewóz po niej odbywa się bez żadnych specjalnych urządzeń, w ten sam sposób jak i po chodnikach poziomych, z tą tylko różnicą, że wóz należy hamować, wkładając pręt żelazny lub drewniany między szprychy dwóch kół, osadzonych na jednej i tej samej osi. Wózki opuszczają się wtedy własnym ciężarem, bez pomocy wozaka, lecz przewóz ich w kierunku odwrotnym (pod górę) jest bardzo uciążliwym.

W pokładach z większym upadem, do opuszczania wozów napełnionych minerałem służą *pochylnie hamulcowe*, które mogą być dwustronne i jednostronne.

Pochylnie dwustronne. Pochylnia dwustronna przedstawia chodnik upadowy, w którym są ułożone 2 pary relsów dochodzących do pomostów zwrotniczych, urządzonych na górnym i dolnym poziomach, ograniczających pochylnię. Na górnym poziomie przytwierdza się koło hamulcowe, na obwodzie którego jest wyrobiony żłobek dla liny. Do jednego końca tej liny, na górnym pomoście, przyczepia się wóz naładowany, a do drugiego, na dolnym pomoście pochylni, wóz próżny. Jest to więc równia pochyła, po której wóz pełny, staczając się na dół, ciężarem swoim podnosi wóz próżny.

Na zasadzie praw o równi pochyłej, po stronie wozu pełnego toczącego się na dół, działa siła:

$$S_1 = (W + M) \sin \alpha,$$

po stronie zaś wozu próżnego

$$S_2 = W \sin \alpha + L,$$

gdzie W = ciężar wozu; M = ciężar opuszczonego minerału; L = ciężar liny po stronie wozów próżnych i α = kąt nachylenia, to jest spadek pochylni.

Oczywiście, że aby wóz pełny mógł podnieść wóz próżny, po-

chylnia musi mieć pewien minimalny spadek. W praktyce minimum kąta nachylenia α musi wynosić od 2° do 14° , co zależy od długości pochylni, ciężaru liny i ciężaru opuszczanego minerału. Zwiększając ilość opuszczanych na raz wozów, możemy powiększyć ciężar opuszczającego się minerału. Ciężar liny może być do pewnego stopnia zrównoważonym przez zastosowanie bębnow stożkowych, a w pokładach mających większą grubość i kąt α nachylenia pochylni można ku górze zwiększyć, przez co zwiększy się początkowa wartość dla $(W+M) \sin \alpha$; przy dalszem zaś opuszczaniu wozów, w miarę jak ciężar liny, po stronie podnoszących się pustych wozów, będzie się zmniejszał, znaczenie dla $(W+M) \sin \alpha$ może być już mniejsze. Wreszcie i wartość $W \sin \alpha + L$ ciągle stopniowo się zmniejsza, w miarę jak puste wozy podnoszą się do góry i lina przy nich staje się krótszą. W Anglii przy spadku 1 : 15 i przy długości pochylni do 700 metr., opuszczają pociągi złożone z 24 wozów. Pochylnia dwustronna jest pod tym względem niedogodną, że wymaga dwóch par relsów, wskutek czego chodnik musi być bardzo szeroki, utrzymanie zaś szerokiego chodnika jest bardzo kosztowne. Dla zmniejszenia więc szerokości pochylni często, zamiast dwóch par relsów, układają tylko 3 relsy i robią rozjazd po środku długości pochylni (fig. 555), a czasami 3 relsy układają tylko w górnej części pochylni, następnie robią rozjazd i zwrotnicę, a w dolnej połowie pochylni układają tylko jedną parę relsów (fig. 556). Wszystkie jednak urządzenia tego rodzaju nie działają tak dobrze jak pochylnia z dwoma parami relsów.

Pochylnie dwustronne nadają się tylko przy opuszczaniu wozów z jednego poziomu, jeżeli zaś wozy mają być opuszczane z kilku poziomów, w takim razie należy urządzać pochylnie jednostronne.

Pochylnie jednostronne. Pochylnie jednostronne tem się odróżniają od dwustronnych, że wozy puste podnoszą się do góry nie ciężarem opuszczających się wozów naładowanych, lecz ciężarem przeciwwagi. Na pochylniach dwustronnych, przy opuszczaniu się wozów naładowanych, jednocześnie podnoszą się wozy próżne; na pochylniach zaś jednostronnych przy opuszczaniu się wozów pełnych podnosi się do góry przeciwwaga, a następnie, przy opuszczaniu się przeciwwagi, ciężar jej podnosi do góry wozy próżne. Ciężar więc przeciwwagi musi być cokolwiek mniejszym od ciężaru opuszczających się wozów pełnych i większym od ciężaru podnoszących się wozów próżnych zwiększonego ciężarem przyczepionej do nich liny.

Relsy dla przeciwwagi mogą być ułożone albo obok relsów, po których biegna wozy, albo też tor kolejki dla przeciwwagi robią znacznie węższy i relsy dla przeciwwagi układają między relsami głównej kolejki, po której biegna wozy.

Pochylnie jednostronne z przeciwwagą posuwającą się z boku urządzają tylko wtedy, jeżeli się prowadzi odbudowa jednoskrzydłowa i jeżeli strop jest tak wytrzymały, że bez obawy można szerokość pochylni zwiększyć i ułożyć dwa tory kolejki. W przeciw-

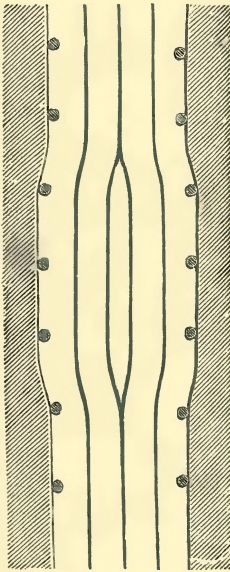


Fig. 555.

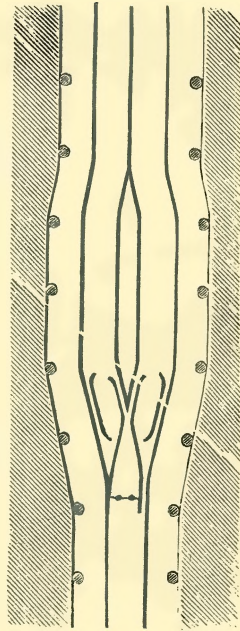


Fig. 556.

nym razie relsy dla przeciwwagi układają między relsami głównego toru. Wtedy jednak przeciwwaga musi być tak urządzoną, aby po środku długości pochylni, gdzie następuje spotkanie wozu z przeciwwagą, ta ostatnia mogła przechodzić pod wozem. W tym celu przeciwwagę robią jak najniższą, zmniejszając średnicę jej kół, co jednak nie jest dogodnem. Lepiej jest, jeżeli tylko na to pozwala kąt nachylenia pochylni, relsy głównego toru, po którym biegna wozy, cokolwiek podnieść w tem miejscu, gdzie następuje spotkanie się wozu z przeciwwagą. Uskutecznia się to przybijając relsy nie

do podkładów, lecz do podłużnych legarów, umocowanych na podkładach.

Pochylnie jednostronne, z przeciwwagą biegnącą pomiędzy relsami głównego toru, zastosowują się przy odbudowie dwuskrzydłowej, gdy wózki przychodzą na pochylnię z obu stron.

Przeciwwaga. Na pochylniach, na których relsy dla przeciwwagi są ułożone z boku relsów głównego toru, jako przeciwwaga służy wóz, z kawałami starego żelaztwa lub kawałkami surowki. Jeżeli zaś relsy dla przeciwwagi są ułożone między relsami głównego toru, w takim razie przeciwwaga musi być tak niską, aby mogła przechodzić pod wozem. W tym wypadku przeciwwaga składa się z dwóch ram osadzonych na kółkach, między które wstawia się odpowiednią ilość płyt żelaznych po 25 kg. wagi (fig. 557). Ramy powinny być w ten sposób urządzone, aby łatwo mogły być ześrubowane i rozszrubowane.

Mechanizm hamulcowy. Mechanizm hamulcowy składa się z bębna albo z koła ze żłobkiem na obwodzie, które owija lina i z hamulca. W mechanizmach z bębnami mogą być dwie oddzielne liny, jedna do przyczepiania wozów pełnych, druga do próżnych, lub dla przeciwwagi. Na pochylniach jednostronnych, część bębna służąca dla liny od przeciwwagi może mieć mniejszą średnicę i wtedy droga jaką przebiega przeciwwaga, będzie krótszą od drogi, jaką przebiegają wozy. W nowszych czasach zamiast bębnów daleko częściej używają się koła hamulcowe, których budowa jest prostsza i które łatwo dają się przenosić z miejsca na miejsce. Koła hamulcowe wyrabiają z lanego żelaza, lub żelazne o 6-ciu szprychach z szerokim (14 do 16 ctm.) obwodem, po środku, lub też z boku którego jest żłobek dla liny. Do koła przytwierdza się hamulec, przedstawiający szeroki pas żelazny, zgięty w kształcie koła,

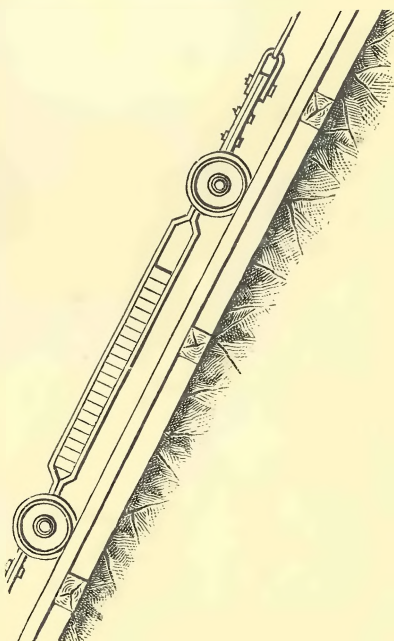


Fig. 557.

do którego są przyśrubowane, na sztorc, kawałki drzewa, dobrze dopasowane do obwodu koła hamulcowego (fig. 558). Hamulec powinien być zawsze zamknięty za pomocą ciężaru *c* do niego przywieszzonego, który tylko podczas opuszczania wozu cokolwiek się podnosi. Figura 558 przedstawia mechanizm hamulcowy, używany w kopalniach węgla w Dąbrowie.

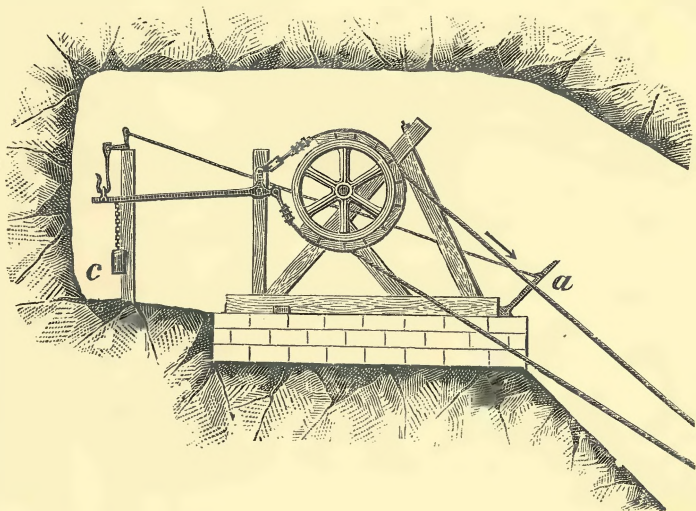


Fig. 558.

Żłobek dla liny jest zrobiony po środku szerokości obwodu, a w taśmie hamulcowej są otwory, przez które przechodzi lina. Naciskając dźwignik *a*, w kierunku wskazanym strzałką, hamulec się trochę otwiera i wózek zaczyna się opuszczać.

Na pochylniach dwustronnych, lub też na pochylniach z przeciwwagą biegnącą z boku głównego toru, koło hamulcowe musi być tak ustawione, aby oś jego była prostopadłą do płaszczyzny pokładu, a płaszczyzna koła do niej równoległą (fig. 559 i 560). Koło hamulcowe umocowuje się wtedy na ramie, złożonej z dwóch długich i dwóch krótkich belek, która się przytwierdza do stempli wbitych między strop i spodek chodnika. Średnica koła musi być w tym razie tak wielką, aby lina owijająca koło przechodziła po środku między relsami każdego z dwóch torów.

Bardzo proste i bardzo dobre urządzenie koła hamulcowego

dla pochylni dwustronnej przedstawione jest na figurach 561 i 562. Koło hamulcowe *A* jest osadzone w ramie *B*, zakończonej hakiem *C*.

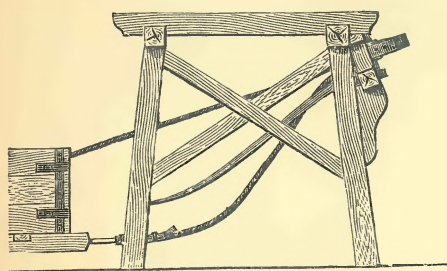


Fig. 559.

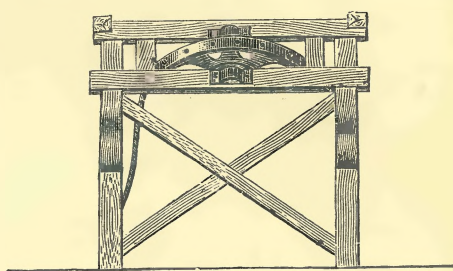


Fig. 560.

Do tej ramy, pod kątem prostym do jej osi podłużnej, jest przymocowana poprzeczna rama *H*, służąca jako kierownik dla liny i poprzeczna belka *E*, opatrzona prętem *o*, który służy jako oś obrotu dla widełek *D*. Ramiona tych widełek są w punktach *o* wygięte pod kątem prostym i do ich końców jest przymocowany, na zawiasie, pas żelazny *F*, z przyśrubowanymi do niego na sztorc kawałkami drzewa, tworzącymi hamulec dla koła *A*.

Drażek *I*, stanowiący przedłużenie widełek *D*, jest opatrzony ciężarem *G*, który może być po nim przesuwany, a koniec tego drążka przyciska hamulec *F* do koła *A*. Przesuwając ten ciężar w jedną lub drugą stronę, można hamulec mniej lub więcej do koła przyciskać. Podnosząc zaś rękojeść, hamulec się oswobadza i koło *A*, pod ciężarem przyczepionego do liny wózka, zaczyna się obracać, a wózek zaczyna się opuszczać.

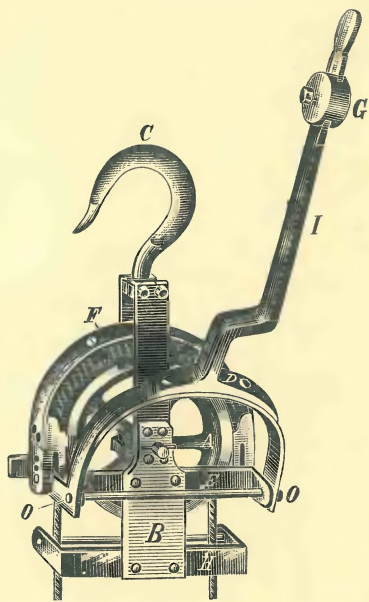


Fig. 561.

Na końcach pasa hamulcowego *F* zrobione są po 3 otwory. Stosownie do potrzeby, w miarę ścierania się drzewa tworzącego

hamulec, sworzeń *o*, służący jako zawiasa, wstawia się w otwór pierwszy, drugi, lub trzeci.

Jeżeli pochylnia jest długa i ma bardzo stromy upad, szczególnie jeżeli po niej opuszczają znaczne ciężary, lina zaczyna się

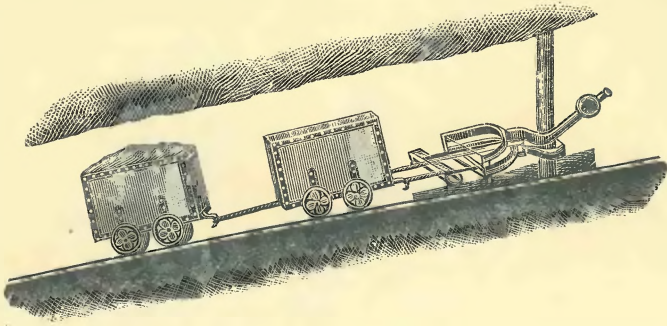


Fig. 562.

ślizgać na kole i wtedy hamulec przestaje działać. W podobnych wypadkach w żłobek pod linę drucianą podkładają kawałek liny konopnej, a gdy i to nie pomaga, używają koła systemu Fowler'a (fig. 563 i 564), które są w ten sposób urządzone, że ścianki żłobu dla liny są ruchome i tworzą jakby szczęki, które ściskają linę tem mocniej, im ciśnienie liny na koło jest większe.



Fig. 563.

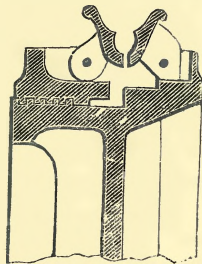


Fig. 564.

Można także uniknąć ślizgania się liny owijając ją na drugie koło w ten sposób, jak przedstawia figura 565. Dlatego zaś aby uniknąć tarcia na miejscu skrzyżowania się lin, jeden koniec liny unoszą cokolwiek w górę, przekładając go przez krążek *a*. Hamulec zamyka się tu nie za pomocą przywieszanego do niego ciężaru, lecz za pomocą śruby *s*. Przy tego rodzaju urządzeniu średnica koła hamulcowego *u* musi być większą aniżeli odległość między osiami torów kolei, średnica zaś koła *n*, równą odległości między

środkami torów. Po wyjściu z rowka koła *n* liny przechodzą przez krążki *r r*, które nadają im właściwy kierunek.

Platformy. Jeżeli spadek pochylni przenosi 25° , wozy muszą być opuszczane na platformach. Platformy często używają się i na pochylniach z mniejszym spadkiem, ponieważ wozy ustawiają się na nich łatwo i prędko. Platformy mogą być drewniane i żelazne; drewniana platforma przedstawiona jest na figurze 566. Takie platformy używają się u nas w kopalniach węgla w Dąbrowie. Figura 567 przedstawia platformę żelazną, figura 568 platformę, która może być używaną na pochylniach z różnymi spadkami. Pomost tej platformy jest ruchomy około osi poziomej i może być opuszczany i podnoszony stosownie do kąta nachylenia pochylni. Do tego samego celu służy platforma przedstawiona na figurze 569.

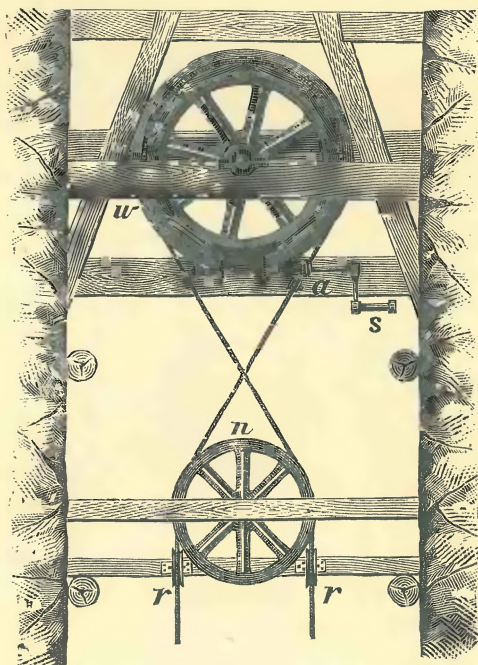


Fig. 565.

Tam gdzie wozy opuszczają się po pochylni na platformach, w spodku dolnego chodnika, od którego się zaczyna pochylnia, powinno być zrobione wgłębienie, w które platforma powinna się opuszczać tak, aby jej pomost był na jednym poziomie z relsami ułożonemi w chodniku. Inaczej wstawianie wozów na platformę byłoby niemożliwym.

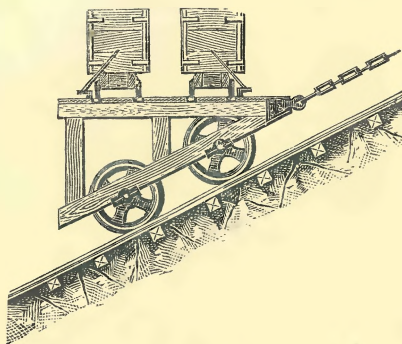


Fig. 566.

Ostrożności jakie należy zachowywać przy opuszczaniu wozów na pochylniach. Przewóz na pochylniach jest zawsze

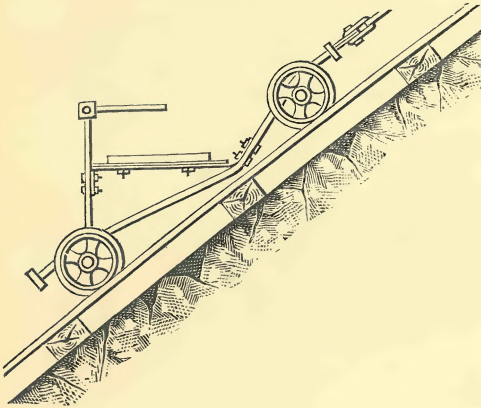


Fig. 567.

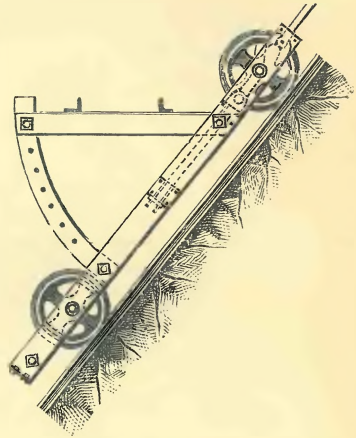


Fig. 568.

połączony z pewnem niebezpieczeństwem dla robotników, aby więc uniknąć nieszczęśliwych wypadków, należy zachować pewne środki ostrożności, do których należą:

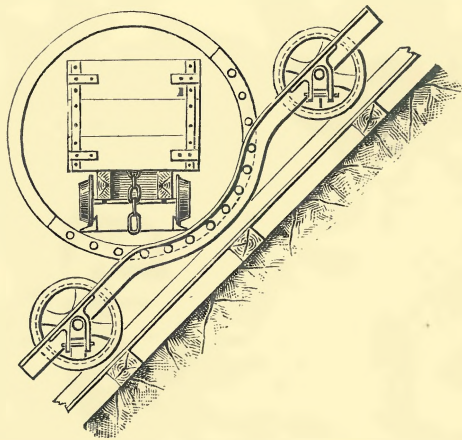


Fig. 569.

Zamykanie pochylni. W pochylniach należy odróżniać pomost zwrotniczy górny, z którego wozy się opuszczają, pomost dolny, na którym się wozy przyjmuje i połączenia pochylni z cho-

dnikami pośrednimi. Pomost górny powinien być zawsze zamkniętym, na wypadek aby zapinacz nie mógł, przez nieuwagę, zepchnąć na pochylnię wozu nie przyczepionego do liny. Najprostszy sposób zamykania przedstawia baryera żelazna, którą zapinacz otwiera dopiero po przyczepieniu wozu. Do tego samego celu służy łańcuch przeciągnięty w poprzek pechylni. Dobry także bardzo przyrząd do zamykania przedstawiają figury 570 i 571. Pręt żelazny *a b* przytwierdza się w łożyskach około ściany pochylni w ten sposób,

aby się mógł obracać. Końce pręta odginają się w ten sposób jak korby w kołowrocie ręcznym, tak, że koniec *a* jest prostopadły do końca *b*. Koniec *a* znajduje się nad pomostem, w tem miejscu gdzie zaczyna

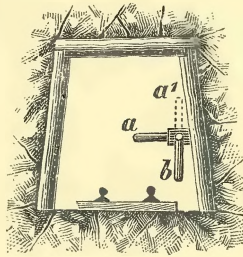


Fig. 570.

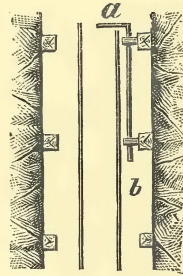


Fig. 571.

się pochylnia, koniec zaś *b* jest już na samej pochylni. Środkowa część pręta jest przytwierdzona równolegle do spodka pochylni, ona musi być tak długą, aby wózek mógł się swobodnie umieścić między zagiętymi końcami *a b*.

Jeżeli zapinacz chce zepchnąć wóz z pomostu, musi podnieść koniec pręta *a* do *a'* fig. 570 (jak wskazuje linia kropkowana); lecz gdy koniec *a* przyjmie położenie *a'* wtedy koniec *b* przyjmie położenie poziome i nie dozwoli wózkowi stoczyć się po pochylni, dlatego więc aby wóz opuścić, robotnik musi napowrót obrócić koniec *a* do położenia poziomego, przez co znowu zamknie pochylnię.

Sygnaly. Wózki mogą być opuszczane po pochylni tylko po otrzymaniu z pomostu dolnego odpowiedniego sygnału. Najprostszym przyrządem sygnałowym jest pręt żelazny, idący wzdłuż pochylni, liczba uderzeń w ten pręt wskazuje zapinaczowi na pomoście górnym jak ma postąpić.

Oddział drogowy. Chodzenie po pochylni hamulcowej powinno być bezwarunkowo wzbronione, a jeżeli pochylnia ma być zarazem chodnikiem drogowym, w takim razie potrzeba ją zrobić szerszą i odgrodzić osobny oddział drogowy.

Połączenie pochylni z chodnikiem rozciągłościowym. Pochylnia, jak o tem wspominaliśmy przy odbudowie filarowej, nie powinna

dochodzić do chodnika dolnego, lecz tylko łączyć się z nim za pomocą przekątniej. W tych zaś wypadkach gdzie pochylnia dochodzi do chodnika rozciągłościowego, na miejscu połączenia chodnika

z pochylnią powinien być zrobiony objazd (fig. 407, str. 351, t. I).

Wózki przy spychaniu ich z pomostu na pochylnię podlegają silnym wstrząśnieniom, dla zmniejszenia których relsy pochylni dochodząc do pomostu powinny być odpowiednio wygięte i tworzyć zaokrąglenie.

Szyby hamulcowe. Szyby hamulcowe nie odróżniają się niczem od szybów wyciągowych. Nad szybem umieszcza się koło hamulcowe z rowkiem dla liny, do której końców przyczepiają klatki dla wózków (fig. 572). Średnica koła powinna być równą odległości między osiami oddziałów szybu, a jeżeli jest większą, wtedy lina musi przechodzić przez krążki nadające jej kierunek.

Zużycie nadmiaru siły podnoszącej puste wozy na pochylniach. Przy znacznym kącie nachylenia pochylni, siła potrzebna do podniesienia pustego wózka z pomostu dolnego na górny jest znacznie mniejszą od siły, jaką wytwarza ciężar

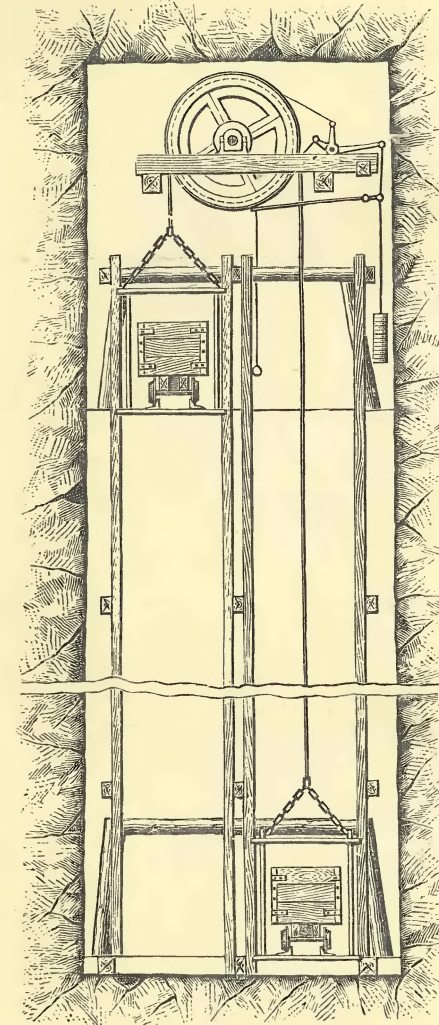


Fig. 572.

wozu naładowanego, opuszczającego się po pochylni.

W niektórych więc kopalniach nadmiar siły, podnoszącej wozy próżne po pochylni, zużytkowują jako siłę poruszającą do me-

chanicznego przewozu wózków, w chodnikach rozciągłościowych, przylegających do pomostu górnego pochylni. Naturalnie jest to tylko możebnem wtedy, gdy opuszczanie wozów na pochylni i przewóz po chodniku rozciągłościowym mogą się odbywać jednocześnie i z jednakowemi przerwami.

Przewóz po pochylniach z dolnego poziomu na górny. Przewóz po pochylniach, z dolnego poziomu na górny, ma bardzo obszerne zastosowanie przy robotach odkrywkowych, przy robotach zaś podziemnych zastosowyywa się rzadziej, chociaż ostatnimi czasy dosyć często jest używanym przy odbudowie grubych pokładów węgla warstwami poziomemi, a także przy odbudowie części pokładów leżących poniżej szybu wyciągowego.

Sama pochylnia urządza się w ten sam sposób jak i przy opuszczaniu wozów z górnego poziomu na dolny, to jest albo układają w niej dwa tory kolejki na całej długości pochylni, albo też tylko 3 relsy, robiąc rozjazd po środku długości pochylni, lub nareszcie w górnej części pochylni 3 relsy, a w dolnej tylko jedną parę relsów i zwrotnicę (fig. 555 i 556).

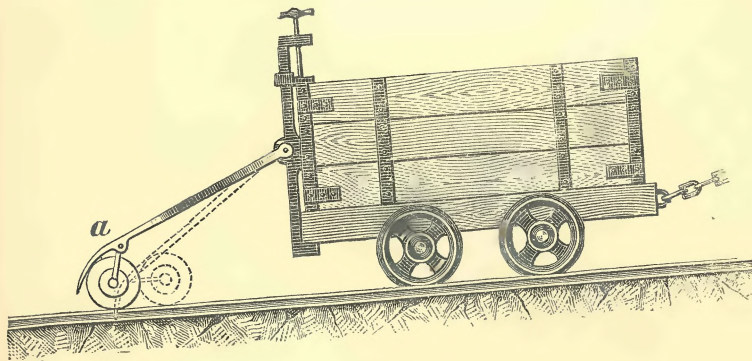


Fig. 573.

Dla zabezpieczenia wozów od staczania się, w razie pęknięcia liny, używają **spadochronów**. Spadochrony mogą być urządzone rozmaitym sposobem. Na figurach 573 i 574 przedstawiony jest spadochron używany w kopalniach łupka miedzianego w Mansfeld w Prusach. Spadochron przyśrubowują do tylnej ściany wózka, w razie pęknięcia liny drążki *a* przyjmują położenie oznaczone na figurze 573 kropkami, końce drążków *a* wbijają się w ziemię i wózek się zatrzymuje.

Przewóz po pochylniach z dolnego poziomu na górny odbywa się za pomocą windy, która może być ręczna, parowa, lub też wprowadzona w ruch powietrzem, zgęszczonem lub elektrycznością. Przy robotach podziemnych winda parowa jest bardzo niedogodna, używają więc częściej windy działające zgęszczonem powietrzem, lub elektrycznością.

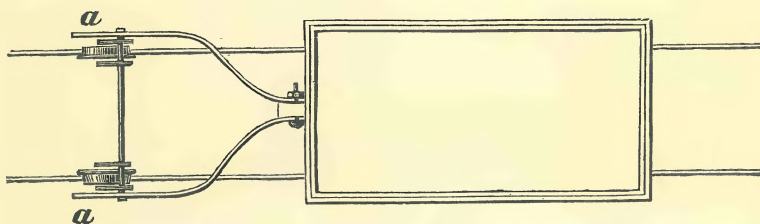


Fig. 574.

Na pochylniach z korzyścią może być zastosowany przewóz maszynowy za pomocą liny lub łańcucha bez końca. Łańcuch lub lina przeprowadzana jest pod wozami, a dla zabezpieczenia go od tarcia umieszcza się na krążkach. Wózki przyczepiane są do głów-

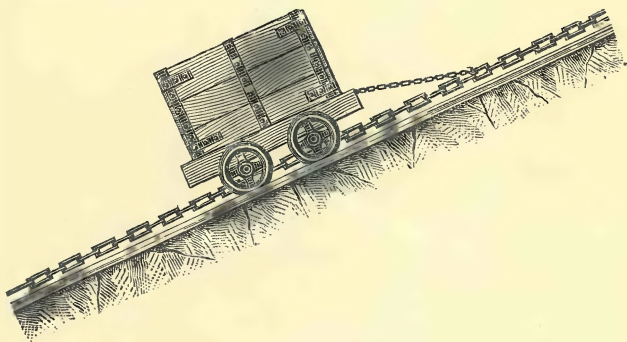


Fig. 575.

nego łańcucha za pomocą krótkich i cienkich łańcuchów z hakami (fig. 575). Prędkość ruchu nie przenosi 1-go metra na sekundę, aby można było wozy przyczepiać i odczepiać podczas biegu.

Ponieważ utrzymanie szerokich pochylni z dwoma torami kolejki jest bardzo kosztowne, często pochylnie robią o jednym torze i w takim razie wozy puste opuszczają po pochylni własnym ciężarem, a wozy pełne podnoszą za pomocą windy.

Przewóz po drogach wiszących.

Droga wisząca przedstawia linę drucianą bez końca, naciągniętą na dwa koła, umocowane na pewnej wysokości nad powierzchnią ziemi. Wprawiając w ruch obrotowy koło, jednocześnie wprawiamy w ruch i linę, a także i skrzynie, które będą na niej zawieszane.

Drogi wiszące znane już były w bardzo dawnych czasach. W Gdańsku droga wisząca działała jeszcze w roku 1644*), a w Holandyi w r. 1664, lecz widocznie wyszły potem z użycia i dopiero w 1861 roku zostały wznowione. Dziś drogi wiszące są bardzo rozpowszechnione, szczególnie w miejscowościach górzystych, poprzecinanych wąwozami, w których budowa kolei żelaznych jest połączoną z nadzwyczajnymi trudnościami.

Znane są dwa systemy dróg wiszących: za pomocą jednej liny i za pomocą dwóch lin.

Sposób za pomocą jednej liny bez końca. Lina druciana bez końca owija dwa koła umieszczone na dwóch krańcach drogi. Jedno z tych kół jest połączone z maszyną wprawiającą w ruch

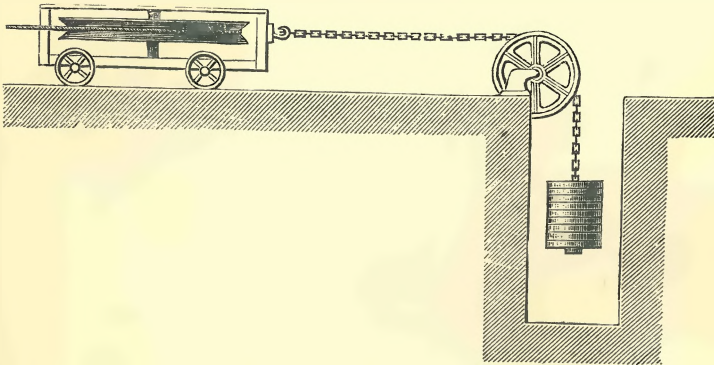


Fig. 576.

przyrząd, a drugie osadzone jest na platformie na kółkach, do której jest przyczepiony łańcuch z ciężarami utrzymującymi linę w dostatecznem naprężeniu (fig. 576). Wzdłuż drogi, dla podtrzymania liny, ustawione są kozły (fig. 577 i 578), a na końcach każdego z kozłów, osadzone są krążki, przez które przechodzi lina. Maszy-

*) *Serlo*. Leitfaden zur Bergbaukunde, tom 2-gi, str. 49.

na wprowadzającą w ruch przyrząd ustawiona jest na krańcowym punkcie drogi, albo też na jej zagięciu.

Do przewozu służą skrzynki (fig. 579 i 580) urządzone w ten sposób, aby były łatwo wywrotne. Podnosząc do góry pierścień *a*, skrzynka się przewraca i wypróżnia. Skrzynka zawieszana się na

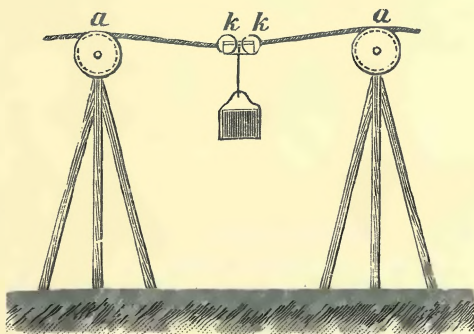


Fig. 577.

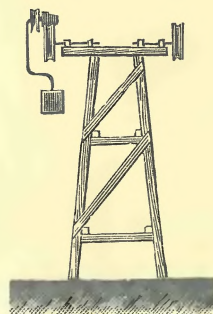


Fig. 578.

linie za pomocą haka *c* odpowiednio wygiętego, przedstawionego na figurach 581 i 582, w przekroju poprzecznym i podłużnym. Hak

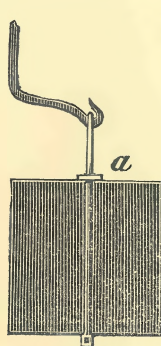


Fig. 579.

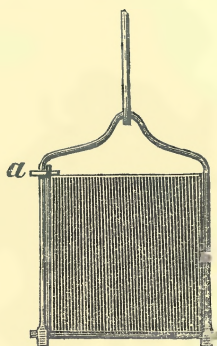


Fig. 580.

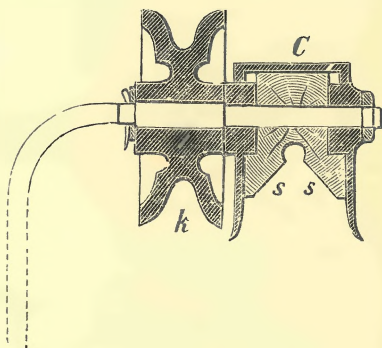


Fig. 581.

wewnątrz jest wyłożony drzewem lub kauczukiem i ma odpowiednio zrobione wgłębienie dla liny. Wewnętrzne ścianki *s* haka, poniżej wgłębienia, są ścięte ukośnie, co, jak zobaczymy dalej, jest niezbędnym do przejścia skrzynki przez krążki, na których spoczywa lina. Przy haku są przytwierdzone dwa krążki *k k* (fig. 577), służące do przewozu skrzynki po relsie od miejsca gdzie się kończy lina, aż do miejsca gdzie skrzynkę wypróżniają. Gdy hak, posuwając się wraz z liną, na której jest zawieszonym, dojdzie do krążka *a*

(fig. 577), podtrzymującego linę, wspiera się na krawędziach tego krążka ukośnięciami ściankami *s* (fig. 581), lecz ponieważ krążek *a* ciągle się obraca, hak więc, razem z wiszącą na nim skrzynką, przechodzi na drugą stronę krążka.

Lina nie dochodząc do koła, które ona owija na krańcowym punkcie drogi, znacznie się zniża, w tem zaś miejscu gdzie lina zaczyna się zniżać, ułożony jest około liny rels, w ten sposób, że skrzynka, opuszczając linę, przesuw

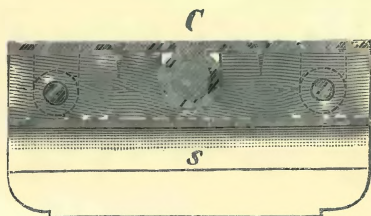


Fig. 582.

wa się na rels, po którym może się toczyć na kółkach *kk*. Robotnik stojący na krańcowym punkcie drogi, przesuw skrzynkę z liny na rels i toczy ją dalej, aż do miejsca, gdzie następuje jej wyładowanie. Następnie po tym samym relsie przesuw ją jeszcze dalej, aż do drugiej połowy liny, po której próżne skrzynki wracają do drugiego krańcowego punktu drogi, gdzie znowu jest takie same urządzenie, służące do ich naładowywania i przyczepiania.

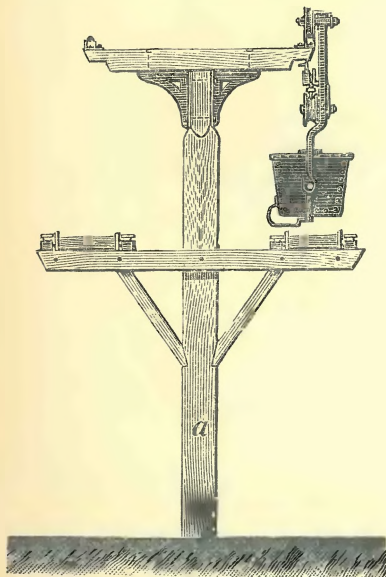


Fig. 583.

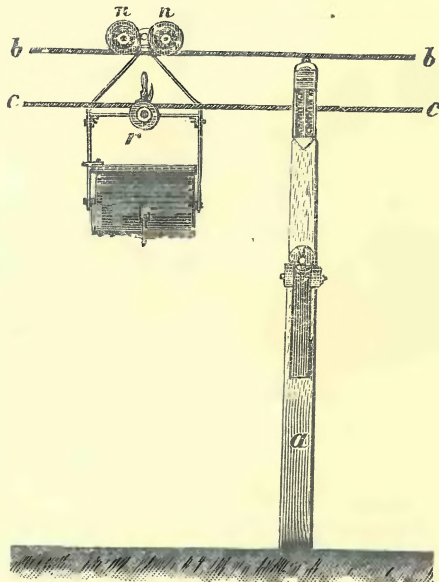


Fig. 584.

Sposób za pomocą dwóch lin, jednej ciągnącej i drugiej, po której się wózki toczą. Na kozłach *aa* (fig. 583 i 584) są naciągnięte 2 liny *bc*. Górna lina *b* jest stale umocowaną i silnie na-

ciągniętą, po niej wózki się toczą. Ona składa się z dwóch części, czyli właściwie mówiąc z dwóch oddzielnych lin, jednej grubszej o średnicy 33 do 35 milim., po której toczą się wózki pełne i drugiej cieńszej, 24 milim. średnicy, po której wracają wózki próżne. Lina ta może być zamieniana sztabami z żelaza okrągłego.

Dolna lina *c*, która jest bez końca, owija dwa koła poziome, umocowane na krańcowych punktach drogi. Jedno z tych kół, na jednym końcu drogi, osadzone jest na platformie na kółkach, do której jest przyczepiony łańcuch z ciężarem, utrzymującym linę w dostatecznem naprężeniu (fig. 576), a drugie, na drugim końcu drogi, jest połączone z maszyną, wprowadzającą w ruch linę, która te koło owija. Do jednej połowy tej liny przyczepiane są skrzynki naładowane, a do drugiej skrzynki próżne, wracające do stacyi.

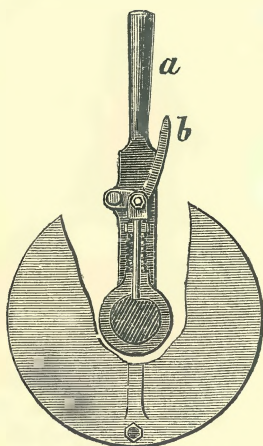


Fig. 585.

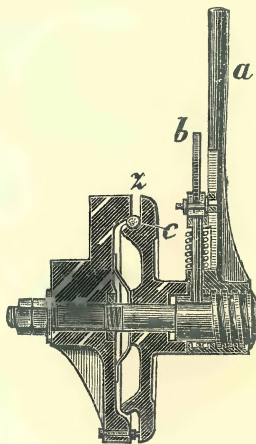


Fig. 586.

Skrzynka toczy się po linii *b* (fig. 584) na dwóch kółkach *n n*, a przyczepia się do liny *c* za pomocą przyrządu *r* (fig. 585 i 586), przedstawiającego dwakrażki, osadzone na poziomym sworzniu w ten sposób, że jeden z nich może się po sworzniu przesuwąć. Lina wkłada się w wyżłobienie z między krażkami, przyczem pół obrotu drążka *a* wystarcza, aby krażek *c* przysunąć i linę przycisnąć. Gdy skrzynka jest przyczepioną do liny, drążek *a* znajduje się w położeniu pionowym, kiedy zaś skrzynka dojdzie do krańcowej stacyi, drążek *a* zaczepia o przeszkodę, opuszcza się i skrzynka odczepia się automatycznie.

Na krańcowych punktach drogi, lina *b* owija koło umocowane pionowo, po za którym, do końca liny, jest przyczepiony ciężar dostatecznie wielki, aby linę utrzymać w należytem naprężeniu. W miejscu gdzie lina dochodzi do koła, ułożony jest rels w ten sposób, że skrzynka opuszczając linę, wchodzi na rels. Robotnik stojący na krańcowym punkcie drogi, przesuwając skrzynkę z liny na rels i toczy ją dalej, aż do miejsca gdzie następuje jej wyładowanie, a następnie, po tym samym relsie, przesuwając ją jeszcze dalej, aż do drugiej liny, po której próżne skrzynki wracają do drugiego krańcowego punktu drogi, gdzie jest znowu takie same urządzenie do ich naładowywania.

Lina *b*, po której skrzynki się toczą, składa się z oddzielnych części, spojenych z sobą łącznikami. Łącznik (fig. 587) przedstawia dwie rury stożkowe, połączone za pomocą gwintu *a*. Koniec



Fig. 587.

liny rozplata się i wkłada w cieńszy koniec rury, a następnie zalewa łatwo topliwym stopem antymonowym. Gdy końce obu lin zostały w ten sposób umocowane w rurach, w szersze końce tych rur wstawia się gwint *a* i rury ześrubowują się. Liny na drogach wiszących powinny być przynajmniej raz na miesiąc rewidowane i smarowane.

Prędkość ruchu skrzynek wynosi od 1,5 do 2 met. na sekundę, waga skrzynki do przewozu węgla wynosi około 18 kg., pojemność skrzynki około 2,5 korcy. Odległość między skrzynkami na linie od 45 do 50 met.

Kozły, na których liny są przymocowane ustawiają w odległości 40 do 60 met. Skrzynki zawsze robią żelazne.

W ten sposób urządzona kolejka może być z korzyścią zastosowana tylko wtedy, jeżeli stacya, z której przewóz się odbywa, leży wyżej, aniżeli stacya, do której ciężary są wysyłane, to jest jeżeli lina, po której toczą się skrzynki naładowane, ma pewien spadek, inaczej przewóz staje się bardzo kosztownym.

ROZDZIAŁ VII.

Wyciąganie.

Wstęp. Wydobyty i przywieziony do podszybia minerał wyciągają szybem na powierzchnię ziemi. Zależnie od głębokości szybu i ilości wydobywanego minerału, wyciąganie może się odbywać windami ręcznymi, maszynami parowymi, lub też maszynami elektrycznymi.

Człowiek pracujący przy windzie ręcznej może wykonać, w ciągu dnia, pracę wynoszącą od 100 do 140 tysięcy kilogramometrów. Na zasadzie tego, mając daną głębokość szybu i ilość urabianego w ciągu dnia minerału, łatwo oznaczyć, jaki przyrząd należy zastosować do wyciągania. Tak np. jeżeli potrzeba wyciągać dziennie 200 tonn minerału i 40 tonn wody, z głębokości 100 metrów, wtedy należy wykonać pracę $(200\,000 + 40\,000) 100 = 24\,000\,000$ kilogramometrów, to jest pracę przeszło 171 ludzi, zajętych przy windzie ręcznej. Oczywiście więc, że w podobnym wypadku maszyna staje się niezbędną. Jeżeli zaś, jak się to bardzo często zdarza przy wydobywaniu rudy żelaznej dukłami, potrzeba wyciągnąć dziennie 40 tonn minerału, z głębokości 10 metrów, to jest wykonać robotę równą 400 000 kilogramometrów, którą z łatwością może wykonać 3-ch ludzi, w takim razie dostateczną będzie winda ręczna.

Naczynia, w których się urabiały w kopalni minerał wyciąga na powierzchnię ziemi, łączą się z przyrządami do wyciągania za pomocą liny.

Wydobywany minerał może być wyciągany albo w tych samych naczyniach, które służą do jego przewozu po chodnikach podziemnych, albo też w innych, umyślnie do tego celu sporządzo-

nych. W tym ostatnim wypadku przywieziony do podszybia minerał musi być przeładowywany.

Jeżeli minerał wyciąga się na powierzchnię ziemi w tych samych naczyniach, w których się przewozi po chodnikach, w takim razie naczynia te mogą być albo bezpośrednio przyczepiane do liny, albo też, co się zdarza zawsze przy większem wydobyciu, wstawiają je w odpowiednio urządzone klatki, które są stale przyczepione do liny.

Maszyny wyciągowe.

Winda ręczna. Winda ręczna należy do najstarszych przyrządów wyciągowych. Składa się ona z wała poziomego, ułożonego nad wylotem szybu, na dwóch słupach, podpartych z obudwóch

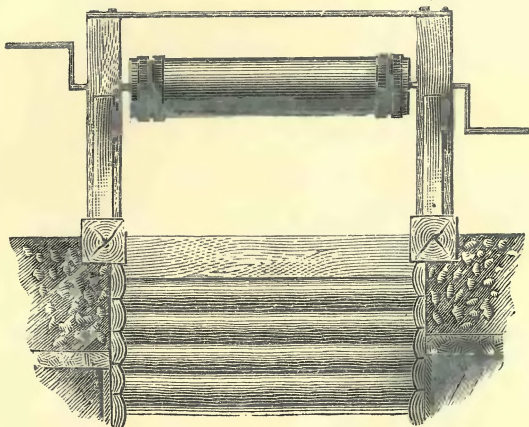


Fig. 588.

stron podporami bocznymi (fig. 588 i 589). Słupy i podpory osadzone są na czopy w ramie złożonej z dwóch dłuższych i dwóch krótszych belek. Sama zaś rama spoczywa na wieńcach obudowy szybu.

Wał, jeżeli średnica jego nie przenosi 20 do 24 ctm., robią z jednego kłosa. Przy większej średnicy na kłosa nabija się klepki. Oś robią ze sztaby stalowej lub żelaznej o przekroju kwadratowym. Koniec jej osadzony w drzewo zagina się pod kątem prostym. Oś wstawia się w wycięcie, w które następnie wbijają klin (fig. 67, str. 50, tom I). Końce wała okuwają obręczami z żelaza grubego

po 2 z każdej strony. Na oś nakłada się korba zaopatrzona uchem kwadratowym, dopasowaniem do osi. Czasami oś i korbę robią z jednej sztaby żelaza kwadratowego, którą odpowiednio wyginają,

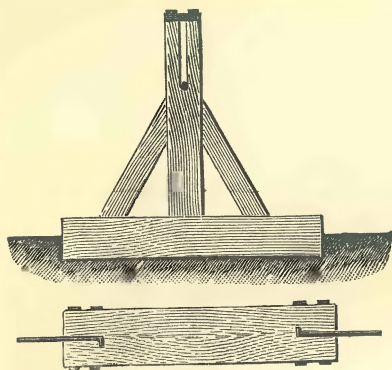


Fig. 589.

w takim jednak razie kanty na rękojeści należy zaokrąglić. Przy średnicy wała 20 do 24 ctm. długość korby wynosi 47 ctm.

Wał powinien być tak ułożonym, aby oś jego znajdowała się na wysokości połowy średniego wzrostu człowieka. Korba w najwyższym jej położeniu nie powinna być wyżej ramienia pracującego przy windzie robotnika.

Oś wała leży albo bezpośrednio w wyłobieniach zrobionych w słupach, albo też w łożyskach żelaznych lub nawet mosiężnych.

Maszyny parowe. Pierwotnie budowano tylko niewielkie maszyny wyciągowe, które urządzano w ten sposób, że na głównym wale maszyny, połączonym z trzonami cylindrów parowych za pomocą korby i drążka korbowego, osadzali koło zębate wprawiające w ruch drugie większe koło zębate, osadzone na drugim wale, na którym były osadzone i bębny dla lin. Takie maszyny były bardzo często w użyciu, budowano ich nawet o sile 60 do 80 koni parowych. Dziś jednak ten typ maszyn prawie zupełnie zarzucono. Stosują go jeszcze tylko do wind parowych, o sile co najwyżej kilkunastu koni, które się używają przy pogłębianiu szybów i do niewielkiego wydobywania z bardzo nieznacznej głębokości. Najgłówniejszym ich niedostatkim jest bardzo mała prędkość wyciągania, nie przenosząca 2 metr. na sekundę, a prócz tego ten typ maszyn nie przedstawia dostatecznego bezpieczeństwa, ponieważ zęby kół często się łamią, powodując znaczne przerwy w robotach.

Dzisiejsze maszyny odróżniają się od poprzednich tem, że bębny do lin są osadzone bezpośrednio na głównym wale maszyny, połączonym z trzonami cylindrów parowych za pomocą korb i drążków korbowych. Maszyny takie są zawsze o dwóch cylindrach, a na wale maszyny, między bębnami do lin, osadzone jest koło zamachowe z hamulcem. Zwyczajnie cylindry parowe w maszynach wy-

ciągowych są poziome, chociaż w niektórych miejscowościach oddają pierwszeństwo maszynom z cylindrami pionowymi. Takie maszyny budują dziś o sile kilkuset koni, służą one do wyciągania bardzo znacznych ciężarów, z wielką prędkością i z bardzo wielkich głębokości.

Prędkość biegu maszyn wyciągowych powinna być tem większa, im większą jest głębokość szybu. Dziś przy głębokości szybu od 400 do 500 met. prędkość biegu klatki wynosi od 10 do 15 metr. na sekundę. W Anglii, gdzie szyby są głębsze, klatki podnoszą się z prędkością 17 do 18 met. na sekundę, a w Belgii w szybach mających 900 i więcej metrów głębokości prędkość biegu klatek dochodzi do 22 met. na sekundę.

Maszyny wyciągowe w kopalniach pracują w innych warunkach, aniżeli zwykłe maszyny parowe. Opór jaki mają do pokonania, jak również liczba obrotów są bardzo zmienne, oblicza się je przeto inaczej, niż inne maszyny parowe, które są obliczone według pracy mechanicznej wykonać się mającej. Maszyny wyciągowe i wogóle wszystkie windy, muszą być obliczane podług największych momentów oporu, jakie mają do pokonania.

Zależnie od ciężaru podnoszonego i od głębokości szybu największy opór do przewyciężenia maszyna wyciągowa ma w chwili, gdy zaczyna podnosić klatkę z wózkami naładowanymi z dna szybu, lub też w chwili gdy klatka z wozami pełnymi ma minąć poziom nadszybia, a klatka z wozami próżnymi osiadła już na dnie szybu. Oznaczywszy przez:

P —ciężar minerału podnoszonego w wózkach;

p —ciężar martwy, to jest ciężar klatki i wózków próżnych;

Q —ciężar liny wiszącej w szybie;

R —promień bębna linowego;

w pierwszym razie moment największego oporu, jaki maszyna musi przewyciężyć, wyniesie:

$$(P + Q) R$$

w drugim zaś razie

$$(P + p - Q) R.$$

Zależnie od tego, który z tych momentów oporu wypadnie większy, ten musi być przyjętym przy obliczaniu wymiarów maszyny wyciągowej.

Moment oporu musi być zrównoważony przez moment siły, a ponieważ może się wydarzyć, że w chwili gdy maszyna ma przewyciężyć największy opór, jeden tłok parowy będzie się znajdował

w punkcie martwym, maszyna więc musi być obliczona tak, aby ciśnienie na jeden tŁok, pomnożone przez ramię korby, równoważyŁo największy moment oporu.

Dopóki głębokość szybów i wytwórczość kopalni była niewielką i z szybów nie potrzeba było wyciągać jednocześnie więcej jak 2 do 4-ch wózków, o pojemności 4 do 5-ciu korcy, wymiary maszyn wyciągowych wypadały dosyć umiarkowane. Gdy jednak głębokość szybów zaczęła wzrastać do kilkuset a nawet do 1000 met., a kopalnie zaczęŁo urządzać na bardzo znaczną wytwórczość, zaszŁa potrzeba budować maszyny, któreby jednocześnie mogŁy wyciągać po 6, 8 a nawet i więcej wozów. Przy takich więc warunkach wymiary maszyn wyciągowych musiały się znacznie zwiększyć i konstrukcyja ich zrobiŁa się bardziej zŁożoną, a co za tem idzie i daleko bardziej kosztowną.

Im głębokość szybów jest większą, tem liny muszĄ być dŁuższe, a poniewaŹ caŁa lina pomieszcza się na bębnie, więc i szerokość bębnow takŹe musiała się zwiększyć. Z drugiej znowu strony, szerokość bębnow nie moŹe przekraczać pewnych granic, bo lina zanadto by się odchyŁaŁa od płaszczyzny pionowej, przechodzącej przez koŁo linowe i środek bębna, aby więc nie zwiększać szerokości bębna, potrzeba było zwiększyć jego średnicę, a to znowu znacznie zwiększyŁo ich cięŹar. Wymiary bębnow obecnie uŹywanych juŹ sĄ tak znaczne, a same bębny tak cięŹkie, Źe waŁy maszyn muszĄ być bardzo grube, dla zmniejszenia więc ich średnicy zeczęŁo w Westfalii budować maszyny z dwoma waŁami, po jednym dla kaŹdego bębna.

W Anglii firma „*Holmar Bros*“ zbudowaŁa maszynę z bębnami bardzo dŁugimi, dlatego zaŹ aby liny nie odchyŁały się zbyt znacznie od płaszczyzny koŁ linowych, caŁa maszyna, podczas biegu, przesuwajĄc się po relsach równolegŁe do osi gŁównego waŁa, tak, Źe lina ciĄgle pozostaje w tej samej płaszczyźnie. Model takiej maszyny moŹna było widzieć na ostatniej wystawie w ParyŹu, zdaje się jednak, Źe tego rodzaju maszyny nie zostaŁy jeszcze nigdzie w kopalniach zastosowane*).

KaŹda maszyna wyciągowa musi mieć dobry hamulec. Hamulec ma zwykle oddzielny cylinder parowy, którego średnica musi być tak wielką, aby hamulec mógŁ zatrzymać maszynę w pełnym biegu, nawet przy otwartej przepustnicy parowej. Hamulec powinien

*) Rysunek tego modelu moŹna widzieć w piśmie angielskiem „*The Iron and Coal Trades Review*“. № 1752 z d. 27 paŹdziernika 1899 r.

być tak urządzonym, aby mógł działać odrazu całą siłą, lub też stopniowo. Natychmiastowe działanie hamulca jest niezbędnem w razie jakiegoś wypadku, stopniowo zaś jest koniecznem dla otrzymania powolnego i regularnego ruchu klatek, jaki bywa potrzebnym przy rewidowaniu obudowy szybu, kierowników i t. p.

Raptownie zatrzymywać maszynę za pomocą hamulca można tylko w wyjątkowych razach, gdy już nie ma innego sposobu wyjścia, bo takie zatrzymanie może spowodować uszkodzenie maszyny.

Kierowanie maszyną. Maszynista kierujący maszyną powinien być jak najdokładniej obeznanym ze wszystkimi jej częściami. W jego ręku jest życie ludzi zjeżdżających do kopalni i z niej wyjeżdżających, najmniejsza zaś jego omyłka, lub fałszywy manewr, może spowodować zatrzymanie biegu całej kopalni. Na maszynistów więc należy wybierać ludzi mających za sobą długą praktykę, wielkie doświadczenie, odznaczających się wstrzemięźliwością i zimną krwią, a przytem zupełnie zdrowych, nie podlegających omdleniom i nie doznających zaćmienia w oczach.

Dobry maszynista czuje czy klatka jest przeładowaną, mało naładowaną lub próżną. Drgania rękojeści i liny wskazują mu co się wшыbie dzieje i uprzedzają jak ma w danym razie postąpić. Maszynista powinien tylko kierować maszyną, smarowanie zaś i czyszczenie maszyny powinien wykonywać jego pomocnik.

Sala maszynowa powinna być obszerna, widna i bardzo starannie utrzymana, sama zaś maszyna doskonale wyczyszczona i odpolerowana.

Zwykle maszyny budują w ten sposób, że miejsce dla maszynisty znajduje się po środku między cylindrami parowymi. Jest to pod tym względem dogodne, że maszynista może dobrze widzieć całą maszynę i wszystkie jej części. W razie jednak pęknięcia liny, koniec jej wyskakując z szybu łatwo go może uderzyć, przyczyniając mu śmierć, lub przynajmniej bardzo ciężkie okaleczenia. Maszynista zaś z obawy, aby nie być uderzonym liną, może, mimo swej woli, zerwać się z miejsca i porzuciwszy maszynę spowodować tem bardzo wielką katastrofę. Z tego więc względu może są lepsze te maszyny, w których miejsce dla maszynisty jest z boku maszyny.

Od dobrego maszynisty tak wiele zależy, że w bardzo wielu kopalniach maszynista dostaje co pewien czas (zwykle co miesiąc) oddzielne premium za to, jeżeli w ciągu ubiegłego okresu nie zdarzył się żaden wypadek.

L i n y .

Liny mogą być roślinne i metaliczne. Liny roślinne wyrabiają z konopi lub włókien aloesu, metaliczne zaś z drutów żelaznych lub stalowych. Prócz tego liny mogą być okrągłe i płaskie. Liny okrągłe składają z oddzielnych cienkich splotów skręconych w je-



Fig. 590.

dną grubą linę. Liny płaskie otrzymują zszywając w jedną szeroką taśmę kilka lin okrągłych. Płaska lina musi być zawsze złożoną z parzystej liczby lin okrągłych, najczęściej składa się ona z 8-miu lin, przyczem oddzielne liny muszą być tak ułożone, aby każda z dwóch lin przy sobie leżących była skręconą w stronę przeciwną (fig. 590). Jest to niezbędne dlatego, aby uniemożliwić dążność liny do rozkręcania się. Zszywanie lin powinno się odbywać na całej długości liny pod jednakowym ciśnieniem. Liny aloesowe zszywają sznurkami przechodzącymi w poprzek lin prostopadle do ich długości, w odstępach od 5 do 10 ctm. Liny zaś płaskie druciane otrzymują łącząc w taśmę kilka lin okrągłych nitami, o przekroju eliptycznym, przechodzącymi w poprzek lin.

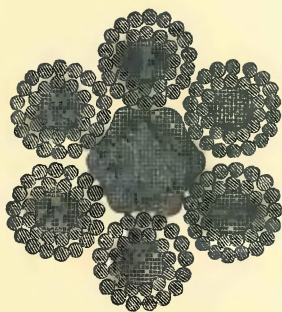


Fig. 591.



Fig. 592.

Liny druciane wyrabiają skręcając w sploty po kilka drutów około środkowej duszy z konopi lub aloesu, a następnie kilka splotów około środkowej duszy w linę (fig. 591 i 592). Dusza konopna lub aloesowa jest pożyteczną pod tym względem, że daje linie większą giętkość, znacznie zmniejsza tarcie drutów jedno o drugie i le-

piej utrzymuje smar. Z drugiej jednak strony jest do pewnego stopnia niedogodna, bo zatrzymuje wilgoć, szkodliwie działającą na druty.

Druty w splotach i sploty w linie muszą szczelnie do siebie przystawać, tak aby między nimi nie było żadnych pustych przestrzeni, w przeciwnym bowiem razie, gdy lina się wyciąga, powstaje silne tarcie między drutami, powodujące szybkie ich zużycie. Ponieważ zaś druty przecierają się wewnątrz liny i uszkodzenie ich wcale nie jest widoczne na zewnątrz, pęknięcie więc liny następuje wtedy, kiedy go się wcale nie można było spodziewać.

W ostatnich czasach zaczęto wyrabiać liny ze splotów płaskich i liny zamknięte z drutów fasonowych. Liny ze splotów płaskich (fig. 593), nawijając się na bębny i przechodząc przez koła linowe, przylegają do powierzchni wyrobionego dla nich żłobu większą ilością drutów, wskutek czego druty ściera się bardziej równomiernie, a więc trwałość takich lin ma być większą.

Liny zamknięte (fig. 594 i 595) składają się z współśrodkowych warstw, złożonych z drutów fasonowych, to jest drutów mających ściśle oznaczony kształt i dobrze do siebie dopasowanych,

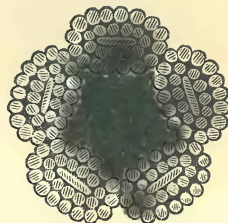


Fig. 593.

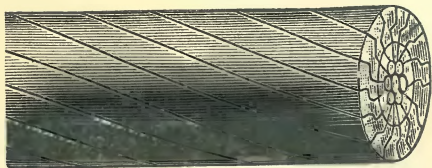


Fig. 594.

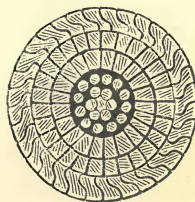


Fig. 595.

tak, że jedna warstwa otacza prawie hermetycznie drugą, a w samym środku znajduje się dusza z konopi. Przy jednakowej płaszczyźnie przekroju wszystkich razem wziętych drutów, średnica tych lin jest znacznie mniejszą od średnicy lin zwyczajnych, tak, że na jeden i ten sam bęben, liny zamkniętej można nawinąć o 42% więcej, aniżeli liny zwykłej. Przy jednakowej zaś wytrzymałości, liny zamknięte są o 13% lżejsze. Mają one zupełnie gładką powierzch-

nię, a ponieważ druty są dobrze do siebie dopasowane, więc lina przy obciążeniu nie wydłuża się i rdza, nawet w szybach bardzo wilgotnych, nie przechodzi wewnątrz liny. Przy użyciu ściera się tylko zewnętrzna warstwa drutów, druty zaś wewnętrzne nie pękają i mają się wcale nie zużywać.

Liny zamknięte nie mogą być silnie zaciskane, należy się także wystrzegać, aby lina przy nawijaniu na bęben nie skręcała się. Liny te są znacznie droższe i może dlatego dotąd się nie bardzo rozpowszechniły, Tomson jednak utrzymuje*), że dla bardzo głębokich szybów znajdują one wielkie zastosowanie.

Liny konopne i aloesowe.

Liny konopne należą do najstarszych, dziś jednak wychodzą z użycia i zastępują się aloesowemi, które, przy jednakowej wytrzymałości, są trwalsze od konopnych.

Liny konopne od wilgoci bardzo prędko się psują, w szybach więc mokrych nie powinny być używane, a przynajmniej muszą być bardzo często smarowane gorącym tłuszczem. Nie mogą być także używane w szybach, przez które wychodzi zepsute powietrze z kopalni, bo złe powietrze działa na nie równie szkodliwie jak i na drzewo. W szybach, przez które wychodzi zepsute powietrze z kopalni, należy używać liny druciane. Konopie użyte do fabrykacji lin powinny być napojone tłuszczem od 10 do 20% ich wagi. Napojenie konopi tłuszczem zwiększa trwałość liny, ale zmniejsza jej wytrzymałość.

Liny aloesowe wyrabiają z włókien aloesu (*Agave americana*). W wilgoci włókna aloesowe nie tylko nie gniją, ale przeciwnie, lepiej się konserwują, co jest bardzo ważne dla lin kopalnianych. W suchych szybach, szczególnie gdzie jest wysoka temperatura, liny aloesowe umyślnie maczają, z drugiej jednak strony, wilgotne włókna, na mrozie, bardzo się łatwo łamią. Włókna aloesu mniej wchłaniają w siebie tłuszczu aniżeli konopie. Ciężar właściwy liny aloesowej jest o 0,1 mniejszy od konopnej, a ponieważ wytrzymałość jednych i drugich jest mniej więcej jednakową, a więc, przy jednych i tych samych wymiarach, lina aloesowa jest wytrzymalszą.

*) E. Tomson Förderanlagen für grosse Teufen. Odbitka z numerów 23—26 czasopisma Glückauf z r. 1898.

Przed laty 30 wytrzymałość lin aloesowych na rozerwanie przyjmowano 600 kg. na 1 ctm², obecnie przyjmują 900, a nawet 1000 kg. Przekonano się, że wytrzymałość ich nie zawsze bywa jednakową i że po części zależy od kształtu liny, to jest zależy od tego czy lina jest okrągłą lub płaską. Zauważono również, że wytrzymałość liny zmniejsza się w miarę jak jej średnica wzrasta. Wytrzymałość najlepszej liny nie przenosi 800 do 900 kg. na 1 ctm², ponieważ jednak, nie zważając na największe starania, nie podobna jest zrobić liny zupełnie jednorodnej, fabrykanci belgijscy, którzy wyrabiają najlepsze liny, nie gwarantują większej wytrzymałości nad 600 do 650 kg. na 1 ctm².

Wymiary lin aloesowych oznaczają się na zasadzie następujących danych:

1. Nowa lina aloesowa nie powinna być obciążoną więcej jak na $\frac{1}{10}$ jej wytrzymałości na rozerwanie, a więc nie więcej jak 60-ma kilogramami na każdy centymetr kwadratowy jej poprzecznego przekroju. Gdy po pewnym czasie służby, lina się wyciągnie i stanie się bardziej zbitą, jej poprzeczny przekrój tak się zmniejszy, że obciążenie to będzie odpowiadało około 80 kilogramom, to jest mniej więcej $\frac{1}{8}$ tego ciężaru, pod jakim lina już się rozrywa.

2. Waga jednego metra bieżącego liny aloesowej o przekroju 1-go ctm. kwadr. wynosi mniej więcej 0,1 kg., jeżeli lina jest napojona tłuszczem i tylko 0,08 jeżeli lina nie jest napojoną tłuszczem.

3. Gdy lina przymocowana do bębna jest rozwinięta i opuszczoną do szybu, to część jej około bębna musi wytrzymywać nie tylko ciężar przyczepiony do końca liny, ale jeszcze i ciężar samej liny.

4. Szerokość liny płaskiej, złożonej z 6-ciu lin okrągłych, równa się 5 razy wziętej średnicy liny okrągłej, a szerokość liny płaskiej, zszytej z 8-iu lin okrągłych, tylko $6\frac{1}{2}$ razy wziętej średnicy liny okrągłej.

Dla przykładu obliczmy, na zasadzie tych danych, wymiary, jakie potrzeba dać linie mającej podnosić ciężar 3000 kg., z głębokości 200 metr. Lina ma być płaska aloesowa, zszyta z 8-miu lin okrągłych.

Jak wyżej powiedzieliśmy, metr bieżący liny o przekroju 1 ctm. kwadr. waży 0,1 kilogr., a więc 200 metrów bieżących liny, o przekroju 1 centymetra kwadratowego, będzie ważyło $200 \times 0,1 = 20$ kilogramów.

Ponieważ każdy centymetr kwadratowy poprzecznego przekroju liny można obciążyć tylko 60 kilogr., sama zaś lina, o przekroju jednego centymetra kwadratowego, przy długości 200 metr., waży 20 kilogr., można więc już na niej zawiesić tylko ciężar nie przenoszący $60 - 20 = 40$ kilogr.

Dzieląc całkowity ciężar, jaki ma być przywieszony do liny (3000 kilogr.) przez 40 kilogr., otrzymamy płaszczyznę poprzecznego przekroju szukanej liny w centymetrach:

$$\frac{3000}{40} = 75 \text{ centym. kwadr.}$$

Szerokość liny płaskiej, złożonej z 8-miu lin okrągłych, równa się $6\frac{1}{2}$ razy wziętej grubości liny. Oznaczając więc grubość liny przez g , otrzymamy:

$$g \times 6,5 g = 75,$$

skąd

$$6,5 g^2 = 75$$

$$g = 3,4 \text{ ctm.}$$

Lina więc musi być 34 milim. grubą i $6,5 \times 34 = 221$ milim. szeroką.

Waga bieżącego metra liny będzie:

$$75 \text{ ctm.} \times 0,1 \text{ kilogr.} = 7,5 \text{ kilogr.,}$$

a waga całkowitej liny 200 metr. długiej

$$7,5 \times 200 = 1500 \text{ kilogr.}$$

Całkowity zaś ciężar, jaki lina będzie musiała podnosić

$$3000 + 1500 = 4500 \text{ kilogr.}$$

Ponieważ zaś lina w poprzecznym przekroju ma 75 ctm. kw., na każdy więc centymetr kwadratowy przypada 60 kilogr., to jest ten ciężar, jakim lina bezpiecznie może być obciążoną.

Dla obliczenia wymiarów poprzecznego przekroju lin aloesowych służy jeszcze następująca formuła:

$$P = 110 d,$$

gdzie P = ciężarowi przywieszonemu do liny łącznie z wagą liny w kilogramach, a d = płaszczyźnie poprzecznego przekroju liny w centymetrach kwadratowych. Ponieważ jednak zmierzyć płaszczyznę przekroju liny jest bardzo, trudno otrzymane więc za pomocą tej formuły rezultaty sprawdzają za pomocą następującej formuły:

$$P = 942 G,$$

w której G oznacza ciężar metra bieżącego liny w kilogramach.

Aby uwidocznic wpływ głębokości szybu na wymiary liny, obliczmy wymiary poprzecznego przekroju liny, która ma podnosić ciężar 3000 kg. z szybu nie 200 lecz 400 metr. głębokiego.

Metr bieżący liny o przekroju jednego ctm. kwadr. waży 0,1 kilogr., waga więc liny o przekroju jednego ctm. kwadr., mającej 400 metrów długości, będzie $0,1 \times 400 = 40$ kilogr. Ponieważ zaś obciążenie liny nie powinno przenosić 60 kilogr., można więc na niej zawiesić tylko $60 - 40 = 20$ kilogr. Rozdzielając całkowity ciężar, jaki ma być do liny przywieszony, to jest 3000 kilogr. przez 20, otrzymamy, że szukana lina powinna mieć w poprzecznym przekroju:

$$\frac{3000}{20} = 150 \text{ ctm. kwadr.}$$

$$6,5 g^2 = 150 \text{ ctm. kw.}$$

$$g = 48 \text{ milim.}$$

Lina więc musi być 48 milim. grubą i 313 milim. szeroką, metr bieżący liny będzie ważył 15 kilogr., a waga całej liny 400 metr. długości 6000 kilogr.

Całkowite obciążenie liny:

$$3000 + 6000 = 9000 \text{ kilogr.}$$

Nareszcie przy głębokości szybu 600 metr., to jest przy długości liny równej 600 metr., obciążenie każdego centymetra kwadratowego poprzecznego przekroju liny, zależne tylko od wagi samej liny, wyniesie:

$$0,1 \times 600 = 60 \text{ kilogr.}$$

a ponieważ, jak wyżej powiedzieliśmy, liny więcej jak 60-cioma kilogramami na każdy ctm. kwadr. jej poprzecznego przekroju obciążać nie można, a więc przy głębokości szybu 600 metr., lina jest w stanie wytrzymać tylko swój własny ciężar i żadnym innym obciążaną już być nie może.

Z tego widzimy, że w szybach, których głębokość dochodzi do 600 metrów, zwyczajne liny roślinne nie mogą być używane.

Ponieważ jednak obciążenie dolnego końca liny, do którego przyczepia się ciężar podnoszony przez linę, jest daleko mniejszem od obciążenia części liny około bębna, która musi podnosić oprócz ciężaru przyczepionego do liny, jeszcze i własny swój ciężar, więc przekrój liny u dołu nie potrzebuje być tak wielkim jak przekrój tejże liny u góry, około bębnow. Zmniejszając zaś stopniowo prze-

krój liny ku dołowi i nadając jej formę stożka, znacznie zmniejszamy jej ciężar, a przez to staje się możebnem zastosowanie lin roślinnych do podnoszenia ciężarów z daleko większych głębokości.

Liny o zmniejszającym się stopniowo przekroju nazywają się *linami jednakowej wytrzymałości*, bo w nich każda część liny jest jednakowo obciążoną, to jest, że w każdym miejscu przekrój liny ma tylko te wymiary, jakie są niezbędne do wytrzymania ciężaru, którym lina w danym miejscu jest obciążoną, czyli ciężaru równego ciężarowi zawieszonemu na jej końcu i zwiększonemu ciężarem samej liny.

Liny jednakowej wytrzymałości wyrabiają zwykle w ten sposób, że na długości pierwszych 60 lub 80 metrów od dołu mają one jednakowy przekrój, co jest koniecznem z tego względu, że koniec liny, do którego przywieszony jest ciężar, zużywa się bardzo prędko, musi więc być od czasu do czasu odcinany.

Liny aloesowe jednakowej wytrzymałości przeważnie używają w Belgii i we Francji, szczególnie w Belgii, gdzie wyrób ich doprowadzonym jest do doskonałości. W Belgii w kopalniach węgla około Charleroi można widzieć liny aloesowe w szybach mających po 800 i 900 metr głębokości. W Niemczech, z wyjątkiem Westfalii i w Anglii lin aloesowych prawie wcale nie używają.

Liny aloesowe mogą służyć od 12 do 18 miesięcy, są one daleko cięższe i droższe od lin drucianych, mają jednak tę wyższość, że włókna roślinne nie pękają tak nagle jak druty i że w miarę jak lina się zużywa, jej wygląd się zmienia, tak, że już z samego zewnętrznego wyglądu można sądzić o ile dana lina jest jeszcze zdatną do użycia.

Liny druciane.

Wytrzymałość lin. Pierwotnie liny wyrabiano z drutów żelaznych, następnie zaczęto je wyrabiać z miękkiej stali. Próby zastąpienia lin żelaznych linami stalowymi z początku przyjęto z niedowierzaniem, lecz wkrótce przekonano się o znacznie większej wartości tych ostatnich. Wytrzymałość na rozerwanie drutów stalowych, z jakich wyrabiano liny, pierwotnie była 80 kg. na 1 mm.², następnie zaczęto używać stali twardszej, o wytrzymałości 120 kg., potem wytrzymałość na rozerwanie zwiększono do 150 kg., a obecnie wyrabiają liny z drutów o wytrzymałości 180 kg. na 1 mm.². Im wytrzymałość stali użytej do wyrobu liny jest większą, tem giętkość

liny jest mniejszą, dlatego też liny ze stali twardej wymagają bębnow o większej średnicy. Dziś ostatecznie się przekonano, że liny ze stali twardej, o większej wytrzymałości, pod względem bezpieczeństwa, w niczem nie ustępują linom ze stali miękkiej, o wytrzymałości 80 kg. i chociaż, ostatnimi czasy, coraz więcej lin wyrabiają ze stali twardej, tem nie mniej jednak liczba wypadków zerwania się lin znacznie się zmniejszyła. Prócz tego przekonano się jeszcze, że w nowourządzonych szybach z dobrze zbudowanemi kołami linowemi, o średnicy 5 — 6 m. i z bębniami o średnicy od 6 do 10-ciu m., liny ze stali twardej pracują dłużej aniżeli pracowały wprzód liny ze stali miękkiej.

Rzeczywista wytrzymałość lin jest zawsze daleko mniejszą aniżeli ta, jaka się otrzymuje z obliczeń teoretycznych, zależy to z jednej strony od skręcenia drutów w linie, a z drugiej od niedokładności fabrykacyi.

Skręcanie drutów w linach ma na celu ściślejsze ich połączenie, aby po zawieszeniu ciężaru na linie obciążenie ich było mniej więcej jednakowe.

Krok węzownicy, według którego oddzielne druty są zwinięte w sploty i sploty w linach reguluje się w ten sposób, aby średnica koła węzownicy, według której jest zwinięty splot w linie, równała się 8 razy wziętej średnicy liny, a średnica koła węzownicy, według której zwinięty jest drut w splocie, równała się 8 do 12 razy wziętej średnicy splotu. Im skręcenie drutów jest większe, tem wytrzymałość liny jest mniejszą.

W linach, w których druty w splotach i sploty w linie są skręcane w jedną i tę samą stronę, wytrzymałość liny zmniejsza się (wskutek skręcenia drutów) na 12 do 15%. Jeżeli zaś druty w splotach są skręcane w jedną stronę, a sploty w linie w stronę przeciwną, strata wytrzymałości jest daleko większą. Z tego wypada, że najwytrzymalsze liny są te, w których druty w splotach i sploty w linie są skręcane w jedną i tę samą stronę.

Niedokładność fabrykacyi lin ma wielki wpływ na ich wytrzymałość. Wytrzymałość lin znacznie się zmniejsza jeżeli tylko druty w splotach i sploty w linie nie przylegają szczelnie do siebie. Dlatego też wytrzymałość liny zupełnie nowej, jest zawsze mniejszą aniżeli tej, która już była jakiś czas w użyciu. Lina świeżo założona, po kilku dniach użycia, wydłuża się, bo druty zmieniają swoje położenie w ten sposób, że puste przestrzenie, jakie były między niemi, zupełnie znikają i druty bardziej szczelnie do siebie przystają,

wskutek czego, przy podnoszeniu ciężaru, następuje bardziej jedno-stajne obciążenie każdego z drutów. Druty więc pracują w lepszych warunkach i lina może wytrzymać większy ciężar.

Grubość drutów. Grubość drutów w linach zależy od średnicy bębnow linowych i od kół nadających kierunek linom, które są umocowane nad szybem. Im średnica bębnow i kół jest mniejszą, tem lina musi być bardziej giętką a więc średnica drutów musi być mniejszą. Z drugiej jednak strony im druty są cieńsze, tem łatwiej rdzewieją, lina więc jest mniej trwała. Dla trwałości liny potrzeba aby średnica bębna linowego i koła była przynajmniej 1500 razy większą od średnicy drutów w linie, przy linach zaś stalowych nawet od 1800 do 2000 razy większą od średnicy drutów. Jeżeli więc średnicę bębna oznaczmy przez D , a średnicę drutów przez d , to $D = 1500 d$. Inni przyjmują, że D powinno być równe 2115 d .

Wogóle do fabrykacyi lin używają się druty od 0,60 mm. do 3,50 mm. grube, z tych jednak najczęściej są używane druty o średnicy od 1,8 do 3 milim. Druty cieńsze zanadto prędko rdzewieją.

Ilość drutów w linach wynosi od 24 do 120, a często do 180 i 200, zależnie od grubości drutów. Dla nadania zaś linom okrągłej formy, najczęściej zwijają je z 6-ciu splotów, skręconych około du-szy konopnej lub aloesowej.

Wymiary poprzecznego przekroju lin. Wymiary poprzecznego przekroju lin, a raczej ilość drutów w linach, oblicza się następującym sposobem. Mając daną średnicę bębna linowego, oznacza się zależnie od jej wielkości, grubość drutów, mając na uwadze, aby średnica ich była 1500 razy mniejszą od średnicy bębna. Następnie przyjmują, że drut żelazny nie powinien być obciążonym więcej jak 10-ma kilogr. na milim. kwadratowy, a drut stalowy 15-ma kilogr., a najlepsze druty stalowe 20-ma kilogr. na milim. kwadr. co odpowiada mniej więcej $\frac{1}{8}$ ich wytrzymałości na rozerwanie. Obliczywszy według tych danych ciężar, jaki może być przywieszony do każdego z drutów i dzieląc całkowity ciężar, jaki lina ma podnosić, przez liczbę kilogramów, jaka może być przyczepioną do każdego z drutów, otrzymamy ilość drutów, z których dana lina składać się powinna.

Wogóle lina powinna przedstawiać co najmniej sześciokrotne bezpieczeństwo, to jest ciężar do niej przywieszany nie powinien przewyższać $\frac{1}{6}$ wytrzymałości na rozerwanie. Przy podnoszeniu zaś ludzi obciążenie powinno być o 50% mniejsze.

Do obliczenia ilości drutów w linach służą jeszcze następujące formuły:

dla lin z drutów żelaznych

$$P = 7,31 \, n \, d^2,$$

a dla stalowych

$$P = 15 \, n \, d^2,$$

gdzie P = ciężar przywieszony do liny w kilogramach; n = liczba drutów i d = średnica drutów w milimetrach.

Jeżeli przez P oznaczymy ciężar przyczepiony do liny i przez p wagę metra bieżącego liny, to dla lin z drutów żelaznych otrzymamy formułę:

$$P = 1000 \, p,$$

a dla lin z drutów stalowych

$$P = 1500 \, p,$$

to jest, że lina żelazna może podnosić ciężar 1000 razy większy, od wagi metra bieżącego liny.

Waga zaś metra bieżącego liny = $0,0076 \, n \, d^2$, gdzie n ilość drutów, a d ich średnica w milimetrach.

Ponieważ ciężar lin drucianych jest znacznie mniejszym od lin aloesowych, głębokość szybów przy której liny o jednakowym przekroju mogą być używane jest daleko większą dla lin drucianych aniżeli dla aloesowych. Dla lin aloesowych, jak wyżej widzieliśmy, maximum głębokości szybu wynosi 600 metrów, liny zaś z drutów żelaznych mogą być używane do głębokości 1000, a z drutów stalowych 1500 metrów.

Liny druciane stożkowe, o stopniowo zmniejszającym się przekroju, mogą być już z korzyścią zastosowywane przy głębokości szybów większej nad 500 metrów.

Porównanie lin żelaznych ze stalowymi. Liny żelazne są daleko cięższe od lin stalowych. Przy jednakowej wytrzymałości ciężar liny stalowej wynosi od $\frac{1}{2}$ do $\frac{3}{5}$ ciężaru liny żelaznej i tylko $\frac{1}{3}$ wagi liny aloesowej. Dla szybów więc bardziej głębokich liny stalowe są lepsze. Z drugiej jednak strony liny stalowe są mniej giętkie, muszą więc być wyrabiane z większej ilości splotów i z cieńszych drutów. Średnica zaś bębnow dla lin stalowych musi być większą aniżeli dla lin żelaznych.

Przypuszczenie jakoby liny stalowe bardziej cierpiały od wstrząśnień aniżeli liny żelazne, nie jest jeszcze udowodnionem.

Na druty do lin należy używać najlepszej stali tyglowej, a nie besemerowskiej.

Demagnet w swoim dziele*) przytacza następującą tablicę, zaczerpniętą z pracy p. Ch. Havrez.

Dane wskazane w tablicy dotyczą liny mającej podnosić ciężar 3100 kilogr. z głębokości 1000 metrów.

L I N A	Całkowity ciężar liny			Waga metra bieżącego liny			Cena liny		
	okrągłej stalowej	plaskiej stalowej	plaskiej aloesowej	okrągłej stalowej	plaskiej stalowej	plaskiej aloesowej	okrągłej stalowej	plaskiej stalowej	plaskiej aloesowej
	k i l o g r a m y						f r a n k i		
O jednakowym przekroju	6300	23000	niemo- żebna	6,30	23,0	—	9450	41400	—
O przekroju zmniejszającym się co 100 m.	3060	4650	9817	3,06	4,65	9,82	4590	8370	15697
Stożkowa o przekroju jednostajnie się zmniejszającym . .	2508	3653	8658	2,51	3,56	8,66	3762	6413	13853

Havrez z tych danych wyprowadza następujące wnioski:

1. Że używanie lin o jednakowym przekroju, nawet okrągłych z drutów stalowych, powinno być wzbronione w szybach których głębokość dosięga 1000 metrów.

2. Że lina płaska stalowa, o przekroju zmniejszającym się co 100 metrów, jest 1,5 razy cięższą od liny okrągłej stalowej, a lina aloesowa stożkowa, o przekroju równomiernie się zmniejszającym, jest prawie 3 razy cięższą od liny okrągłej stalowej o przekroju zmniejszającym się co 100 metrów.

3. Że lina okrągła stalowa, o przekroju jednostajnie się zmniejszającym, jest prawie $3\frac{1}{2}$ razy lżejszą i przeszło $3\frac{1}{2}$ razy tańszą od liny aloesowej.

Konserwowanie lin. Trwałość lin zależy nie tylko od dobroci materiału i sposobu ich fabrykacyi, ale jeszcze i od umiejętnego z nimi obchodzenia się.

Nie mówiąc już o wypadkach, gdy lina służy dla podnoszenia i opuszczania ludzi i gdy zerwanie się jej może być przyczyną

*) Cours d'exploit. t. III, str. 228.

śmierci wielu robotników, pęknięcie liny pociąga za sobą bardzo znaczne uszkodzenie klatek, kierowników, a często i obudowy szybu, jest więc zawsze połączeniem z mniej lub więcej długim zatrzymaniem robót w kopalni. Dlatego też na liny powinna być zwrócona szczególna uwaga i nad niemi ustanowiony bardzo ścisły nadzór. Każda lina powinna być codziennie rano przez znającego się na rzeczy dozorcę szczegółowo zrewidowana.

Dla zabezpieczenia drutów od rdzewienia i od działania wód kwaśnych, jak również i dla zmniejszenia tarcia, lina musi być w pewnych, ściśle oznaczonych odstępach czasu smarowana tłuszczem. W szybach suchych linę należy smarować co najmniej raz na cztery tygodnie, w wilgotnych co dwa tygodnie, a nawet co tydzień.

Smar powinien mieć gęstość masła, nie dawać reakcy kwaśnej i nie twardnieć w powietrzu, przez co giętkość liny mogłaby się zmniejszać. Jako smar dobrze jest używać mieszaninę, złożoną ze 100 części smoły drzewnej i 15 do 20 części łoju. Smołę należy nagrzać do 120° C., aby ją całkowicie pozbawić wilgoci, a następnie, gdy cokolwiek ostygnie i temperatura jej obniży się do 80 lub 90°, dodawać potrosze łoju, ciągle mieszając.

W Belgii liny smarują mieszaniną oleju lnianego, smoły i grafitu.

Przed smarowaniem lina powinna być dobrze oczyszczoną z błota i wilgoci.

Czyszczenie i smarowanie lin jest zawsze połączeniem z wielką stratą czasu i materiału do smarowania. Dla zapobieżenia temu, Oppl, zawiadowca kopalń w Příbram, wynalazł prosty i dobrze działający przyrząd, opisany w „Przeglądzie Technicznym“ przez p. Gądomskiego¹⁾. Ma on kształt ściętego stożka z blachy żelaznej, składającego się z dwóch symetrycznych połówek *A A* (fig. 596, 597 i 598), obracających się około zawiasy *b* (fig. 596) i oddzielanych jedna od drugiej ściankami *c* (fig. 598), idącymi wzdłuż stożka.

Wewnątrz stożka, bliżej ku spodowi, umieszcza się przeponę filcową *a* (fig. 597), nad którą znajduje się cylinder *d* z blachy żelaznej, składający się, podobnie jak i sam stożek, z dwóch półcylindrów, dochodzących, tak samo jak i ścianki *c* tylko do przepony *a*.

¹⁾ „Przegląd Techniczny“ za rok 1898, № 8, str. 143.

Przy zamykaniu przyrządu, obie ścianki *cc* przylegają zupełnie szczelnie jedna do drugiej, a na stronie lejka przeciwległej zawiasom, znajduje się stosowne mocne zamknięcie.

Lina przesuwana się przez cylinder *d* (fig. 597), którego ścianki w dolnej części są opatrzone otworami, zakrywającymi się zasuwkami, przez które przechodzi rzadki smar, zawierający się w przestrzeniach *A A*.

Przepona, zamykająca przyrząd od dołu składa się z dwóch półkółek filcowych *a* (fig. 597), mających okrągłe wycięcie odpowiednie do średnicy liny, z dwóch półkółek kauczukowych *n*,

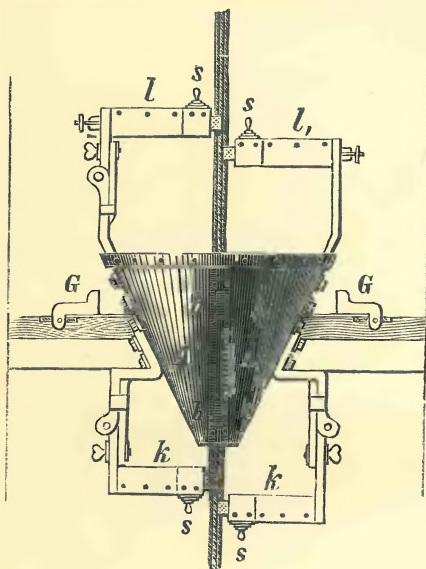


Fig. 596.

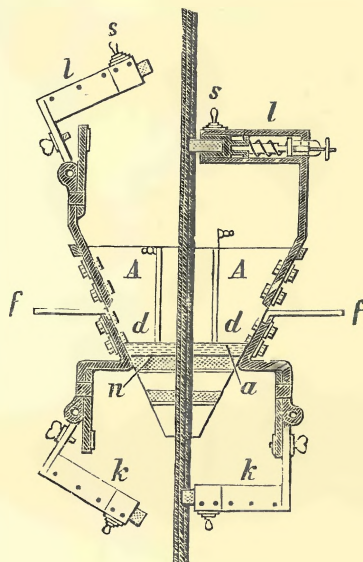


Fig. 597.

które się ześrubowują z krążkiem filcowym *a* i z dwóch półkółek z grubej blachy żelaznej, które się wkładają między krążki *a* i *n* i służą do wzmocnienia przepony. W krążkach kauczukowym i blaszanym są zrobione takie same otwory dla liny, jak i w krążku filcowym *a*.

Do lejka są przynitowane dwie sztabki żelaza płaskiego *f* (fig. 597), na których cały przyrząd ustawia się na pomoście, urządzonym w tym celu pod kołem linowem. Po ustawieniu przyrządu przymocowują go do pomostu hakami *G* (fig. 596), zwracając baczną uwagę na to, aby oś przyrządu miała położenie zupełnie pionowe.

Drugą składową częścią przyrządu są urządzenia *kk* dla oczyszczenia liny (fig. 596 i 597), a także i dodatkowe urządzenie *ll* dla zdejmowania z liny zbyt znacznej ilości smaru. Dla oczyszczania liny służą kółka kauczukowe, składające się z dwóch połówek, przyśrubowanych do przynitowanych wewnątrz lejka kółek blaszanych. Kółka te mają po środku wycięcia takiej wielkości, aby kauczuk szczelnie obiegał przesuwającą się przez przyrząd linę. Kółka kauczukowe i części przyrządu *kk* oczyszczają od wody i błota kopalnianego linę, która wchodzi do cylindra *d* już zupełnie przygotowana do smarowania.

Części przyrządu *kk* i *ll* są w głównych zarysach urządzone zupełnie jednakowo. Każda z nich składa się z ramienia z żelaza płaskiego, mocno przyśrubowanego do lejka i z puszek *l*, w której jest umieszczona sprężyna, przyciskająca do liny szczotkę kauczukową, umocowaną na śrubce *s*. Śruby mogą być w razie potrzeby przesuwane w wycięciach, zrobionych na wierzchniej stronie puszek. Jedna z puszek *l k* jest ruchomą około osi poziomej, druga zaś jest nieruchomą.

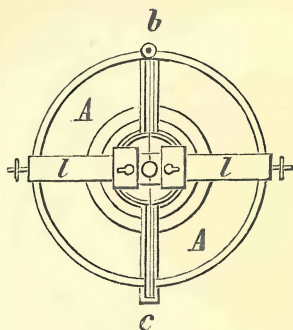


Fig. 593.

Skrzynki *kk* i kółka kauczukowe oczyszczają linę z wody i błota, a skrzynki *ll* zbierają z liny zbyt dużą ilość smaru, która spływa do lejka. Smar zaś, który przysłał do liny mocno wciskają w zwoje. Smarowanie liny może się odbywać podczas ruchu maszyny, najlepiej zaś podczas podnoszenia ludzi, gdy prędkość ruchu jest mniejszą.

Przyrząd Oppl'a jest jeszcze zupełnie nowy, w kopalni w Příbram, gdzie on został zastosowanym, przypisują mu następujące zalety.

Jest bardzo prosty, a wskutek swej stosunkowo niewielkiej wagi (42 kilogr.) łatwo przenośny. Dobrze oczyszcza linę i daje możność jej smarowania, nie zatrzymując wydobywania.

Zaoszczędza w porównaniu z dawnym sposobem smarowania 50% smaru. Lina smaruje się równomiernie na całej długości i smar dobrze wciska się pomiędzy druty.

Zanieczyszczenie budynku nadszybowego przez odrzucanie przylepionego do liny smaru zupełnie ustaje.

Środki ostrożności, zwiększające trwałość liny. Ponieważ część liny około bębnow jest zawsze najbardziej obciążoną, niektórzy proponują, aby dla zwiększenia trwałości liny, odwracać ją w ten sposób, aby do końca liny, który był na bębnie, przyczepiać klatkę, a dolny koniec przytwierdzać do bębna. Użyteczność jednak tego środka większość techników podaje w wątpliwość.

Przy maszynach wyciągowych zwykłej konstrukcyi, jedna z lin owija bęben i koło linowe w jednym i tym samym kierunku, a druga bęben owija w jednym kierunku, koło zaś linowe w kierunku przeciwnym. Oczywiście, że ta druga lina pracuje daleko więcej. Z tego względu niektórzy radzą przekładać po pewnym czasie jedną z tych lin na miejsce drugiej, utrzymując, że przez to trwałość lin wzrasta do 10% i nawet do 30%.

Bardzo szkodliwie działają na liny wszelkiego rodzaju wstrząśnienia, należy więc ich przy wyciąganiu klatek jak najstaranniej unikać. Każda lina, choćby najlepsza, zawsze może pęknąć, jeżeli tylko maszynista nie przedsięwzięmie należytych środków ostrożności. Tak np. jeżeli tylko maszynista odrazu puści w ruch maszynę z największą prędkością, nastąpi zawsze natychmiastowe zerwanie się liny po stronie klatki naładowanej, znajdującej się na dnie szybu. Pęknięcie liny łatwo w tym razie objaśnić nadzwyczajnem naprężeniem, wywołanem wskutek szarpnięcia. Lecz w podobnym wypadku może także pęknąć i lina po stronie klatki próżnej, opuszczającej się na dół. Zjawisko zaś to można wytłomaczyć następującym sposobem.

Jeżeli maszyna zostanie puszczonej w ruch odrazu z największą prędkością, prędkość z jaką lina zaczyna się rozwijać, szczególnie przy bębnach o znacznej średnicy, będzie, w ciągu pierwszych paru sekund, znacznie większą od tej, jaką nabywa w tym samym czasie ciało swobodnie spadające. Wskutek czego w ciągu pierwszych paru sekund, prędkość rozwijania się liny będzie większą od prędkości, z jaką się klatka opuszcza, lina więc będzie nienaciągniętą. Po kilku jednak sekundach prędkość klatki, spadającej ruchem przyspieszonym wskutek działania siły ciężkości, będzie już daleko większą, od prędkości rozwijania się liny, nastąpi więc natychmiastowe wyprężenie liny, połączone z silnem szarpnięciem, które może spowodować jej zerwanie.

Aby uniknąć podobnych wypadków, należy zachować następujące środki ostrożności:

Puszczać w ruch maszynę wyciągową powoli i ostrożnie, naciągawszy przedtem linę po stronie klatki, która ma być podniesioną. Ruch maszyny przyspieszać stopniowo, aż do maximalnej prędkości. Pod koniec zaś wyciągania zwalniać ruch maszyny stopniowo i nie zatrzymywać jej raptownie hamulcem.

Kierowniki w szybach utrzymywać w należytem porządku, aby klatki nigdy się o nie zaczepiać nie mogły.

Miedzy liną a klatką do niej przyczepioną umieszczać resory, któreby chroniły linę od wstrząśnień (fig. 599 i 600).

Wady i zalety lin drucianych. Najważniejszą zaletą lin drucianych, w porównaniu z linami roślinnemi, jest ich mały ciężar i niewysoka cena. Największą zaś ich wadą jest to, że druty w linach, szczególnie też druty żelazne pękają nagle, bez jakiegoś uprzedniego znaku. Ponieważ zaś zerwanie drutów może nastąpić w środku liny i nazewnątrz nie być wcale widocznem, lina więc może pęknąć wtedy, kiedy się tego najmniej spodziewać należało.

Przypuszczają, że pękanie drutów pochodzi wskutek zmian, zachodzących w układzie cząsteczkowym żelaza, jako zaś przyczynę tych zmian uważają wstrząśnienia, co nie jest jednakże ostatecznie dowiedzionem.

Druty stalowe pękają rzadziej aniżeli żelazne.

Przepisy dotyczące używania lin drucianych w kopalniach. Użycie lin drucianych do opuszczania ludzi jest zawrunkowane w naszych kopalniach następującymi przepisami.

1. Największe obciążenie liny nie powinno nigdy przewyższać $\frac{1}{6}$ wytrzymałości na rozerwanie. Jeżeli więc próba, wykonana sposobem niżej opisanym, dowiodła, że wytrzymałość liny się zmniejszyła, lina powinna być natychmiast zmieniona na inną.



Fig. 599.

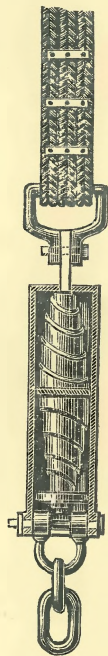


Fig. 600.

2. Lina, przed użyciem, musi być wypróbowaną na rozerwanie sposobem następującym:

a) Odcina się kawałek liny jeden metr długi i próbuje po kolei na rozerwanie i giętkość wszystkie druty, z wyjątkiem drutów, stanowiących duszę.

b) Wytrzymałość drutów na rozerwanie oznacza się wagą ciężaru, rozrywającego drut. Giętkość zaś drutów oznacza się ilością zgięć na 180° aż do złamania, przy promieniu 6 milim. w miejscu, gdzie się drut zgina.

c) Wytrzymałość liny oznacza się sumą ciężarów, rozrywających każdy drut z osobna, za wyłączeniem drutów, stanowiących duszę. Przyczem jednak nie należy brać w rachubę tych drutów, których wytrzymałość okazała się mniejszą o 20% od średniej wytrzymałości wszystkich razem wziętych drutów, a także nie należy brać w rachubę i drutów, które nie wytrzymały niżej wskazanej liczby zgięć, a mianowicie:

przy średnicy drutu do 2 milim. 8 zgięć		
od 2 do 2,2	"	7 "
" 2,2—2,5	"	6 "
" 2,4—2,8	"	5 "
" 2,8 i więcej	"	4 "

3. Co cztery miesiące koniec liny, do którego jest przywieszona klatka, musi być odcięty na długość od 2 do 3 m. i klatka przywieszona na nowo. Wszystkie druty z odciętego końca liny, mianowicie części drutów około samego przecięcia, muszą być, nie później jak po upływie 3-ch dni od chwili odcięcia, wypróbowane na rozerwanie i giętkość, sposobem wskazanym wyżej w paragrafie 2-m. Jeżeli zaś zrobiona próba wykaże, że druty nie mają wskazanej w punktach b) i c) paragrafu 2-go wytrzymałości, to lina może być nadal używana tylko za oddzielnem pozwoleniem władzy górniczej i to tylko w takim razie, jeżeli drugi kawałek odcięty z tej samej liny, wytrzyma próbę, wskazaną w paragrafie 2-im.

4) Rezultaty wykonanych prób powinny być zaraz zapisywane do umyślnie na ten cel przeznaczonej książki. W tę książkę zapisuje się: Nazwisko i miejsce zamieszkania fabrykanta liny. Datę nałożenia i datę zdjęcia liny. Daty odcinania liny i prób wykonanych z odciętymi końcami liny. Liczbę i średnicę drutów. Wagę ciężaru, pod którym był zerwany każdy drut i ilość zgięć, jakie wytrzymał każdy drut. Zapis powinien być zrobiony tego samego dnia, w którym była wykonana próba.

Połączenie lin z naczyniami wyciągowemi. Lina nigdy się nie przyczepia wprost do naczynia wyciągowego, a tylko do łańcucha, który jest z tem naczyniem połączony. Robi się zaś to



Fig. 601.



Fig. 602.

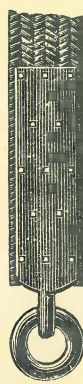


Fig. 603.



Fig. 604.

dla zaoszczędzenia końca liny, który, zwijając się na dachu klatki, lub też pogrążając się w żompiu, gdzie zbierająca się woda ma często reakcyę kwaśną, bardzo prędkoby się zużywał.

Linę płaską aloesową owija się około strzemienia zrobionego z żelaza okrągłego najlepszego gatunku i zawinięty koniec przy-



Fig. 605.



Fig. 606.



Fig. 607.



Fig. 608.



Fig. 609.

najmniej na 1 metr długi, przytwierdza do liny za pomocą płytek żelaznych i śrub, jak wskazuje fig. 601 i 602, lub też koniec liny jeden metr długi, wstawia się między dwie grube blachy, z które-

mi jest połączone kółko żelazne i mocno ściska śrubami (fig. 603 i 604). Ten rodzaj połączenia jest bardzo niedogodny pod tym względem, że koniec liny, który się najprędzej zużywa, jest zakryty blachami, nie można więc nigdy wiedzieć, w jakim on jest stanie.

Liny druciane okrągłe przymocowują rozmaitymi sposobami. Koniec liny owijają około kółka żelaznego z głębokim rowkiem i przymocowują go do liny, owijając mocno drutem (fig. 605 i 606).

Nakoniec liny naciągają puszkę, mającą kształt ściętego stożka, a druty rozkręconej liny odwijają nazewnątrz puszki. Następnie naciągają drugą puszkę, zakończoną strzemieniem, połączonym z łańcuchem, do którego jest przymocowana klatka (fig. 607). Naciągnąwszy na koniec liny puszkę, rozplatają druty, zwijają je w kłębek i zalewają w puszcze roztopionym cynkiem (fig. 608). Koniec liny owijają około krażka i przymocowują do liny żelaznymi chomontami (fig. 609).

Koła linowe i wieże nadszybowe.

Koła linowe. Lina idąca od bębna maszyny powinna przechodzić przez sam środek przedziału wyciągowego, dlatego też nad szybem umieszcza się koło, nadające linie żądany kierunek. Koła te wyrabiają z lanego żelaza lub żelazne, na obwodzie ich jest wyrobiony głęboki rowek, który, dla zmniejszenia tarcia liny o boki rowku, wykłada się drzewem lub kauczukiem. Niektórzy jednak technicy skuteczność tego środka podają w wątpliwość, utrzymując, że lepiej jest boki rowka obtoczyć i oszlifować.

Wysokość, na której są osadzone koła nad pomostem nadszybowym, powinna być tak wielką, aby manewry przy podnoszeniu i opuszczaniu naczyń wyciągowych mogły się odbywać bez obawy, że w razie najmniejszej nieuwagi maszynisty, naczynie może być podniesione do poziomu koła. Wprzód, gdy głębokość szynów była nieznaczna, wysokość ta wynosiła od 12 do 16, dziś dochodzi do 24 a nawet i trzydziestu kilku metrów.

Odległość kół od bębnow linowych powinna być od 30 do 50 razy większą od szerokości bębna, jeżeli bębny są cylindryczne i od 20 do 30 razy, jeżeli są stożkowe. W razie, jeżeli odległość koła od bębna jest zamałą, zwoje liny układają się na jednej połowie bębna, nieszczelnie jeden obok drugiego, a na drugiej połowie zachodzą jeden na drugi. Prócz tego, ponieważ lina przechodzi ukośnie przez koło, tarcie jej o boki rowka znacznie się zwiększa.

Średnica kół przy linach aloesowych powinna być co najmniej od 30 do 50 razy większą od średnicy lin, z których się składa lina płaska, zwykle ich robią o średnicy 3 metr., a często nawet do 4 metr. Dla lin z drutów żelaznych średnica koła powinna być do 1500 razy większą od średnicy drutów, a dla lin stalowych od 1500 do 2000 razy większą od średnicy drutów. Koła dla lin drucianych zwykle robią o średnicy od 4 do 6-iu metrów.

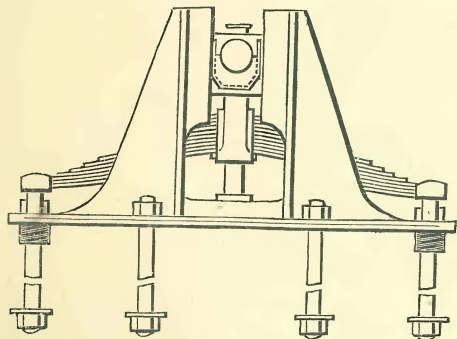


Fig. 610.

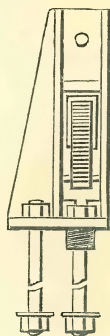


Fig. 611.

Osie kół powinny być zrobione z najlepszego metalu, dla sprawdzenia zaś jego dobroci często oś robią daleko grubszą, a następnie ją wydrążają w ten sposób, aby otrzymać cienki pręciak, pozwalający dokładnie ocenić wartość materiału na całej długości osi.

W niektórych kopalniach, dla zmniejszenia wstrząszeń, zgubnie działających na liny, koła umocowują w łożyskach na resorach (fig. 610 i 611).

Wieże nadszybowe. Wieże nadszybowe służą do umocowania kół, nadających kierunek linom. Budowa wieży powinna być jak najprostszą, ale tak silną, aby wieża wytrzymała ciśnienie ciężaru, przyczepionego do liny i mogła się oprzeć działaniu siły, ciągnącej linę.

Podstawa wieży powinna być tak szeroką, aby wypadkowa dwóch sił działających na wieżę, przechodziła wewnątrz jej obwodu i przytem o ile można bliżej środka obwodu. Jeżeli zaś wypadkowa sił przypada blisko obwodu lub nazewnątrz obwodu podstawy, w takim razie wieża musi mieć silne podpory od strony maszyny.

Wieże mogą być drewniane, żelazne lub murowane. Drewniane wieże dziś już bardzo rzadko się spotykają, używają ich jeszcze w małych kopalniach, lub też jako urządzenie prowizoryczne. Bu-

dowa ich jest mniej więcej o połowę tańszą od żelaznych, ale trwałość przeszło o połowę mniejszą, przedstawiają zaś wielkie niebezpieczeństwo w razie pożaru. Dziś prawie powszechnie są używane wieże żelazne, które są o wiele tańsze i dogodniejsze od murowanych.

Wieża może być albo połączoną z budynkiem nadszybowym, tak, że stanowi z nim jedną całość, albo też stawia się na oddzielnych fundamentach, niezależnie od budynku nadszybowego. Ten ostatni sposób jest daleko lepszym, ponieważ wstrząśnienia wieży nie udzielają się budynkowi nadszybowemu, który przez to może być lepszym.

Wysokość wieży powinna być tem większa, im większa jest prędkość ruchu klatek, dla ułatwienia zaś nadzoru nad kołami, umieszczonemi na wierzchołku, wejście na wieżę powinno być dogodne.

Bębny dla lin. Bębny dla lin robią żelazne, a dla zmniejszenia tarcia liny często obkładają ich drzewem. Budowa bębnow jest rozmaita, stosownie do tego, czy bęben ma służyć dla liny okrągłej lub płaskiej. Bębny dla lin okrągłych mogą być cylindryczne, stożkowe i wężownicowe. Bębny cylindryczne używają się tylko wtedy, gdy wyciąganie odbywa się z szybów nie głębokich i za pomocą lin, których ciężar jest nieznaczny.

Powierzchnia bębna, na którą się lina nawija, powinna być obrobiona w ten sposób, aby się lina nie uszkadzała

Średnica bębnow zależy od grubości drutów, z jakich lina jest złożona, grubości liny i głębokości szybu. Zwykle średnica bębna wynosi od 4-ch do 6 ciu, a czasami do 8, a nawet i 9-iu metrów.

Szerokość bębna zależy tylko od grubości liny i głębokości szybu, ponieważ jednak koniec liny, przy klatce, musi być od czasu do czasu obcinany, przy obliczaniu więc szerokości bębna potrzeba mieć zawsze na uwadze, że na nim musi się mieścić kilka zwojów zapasowych, zwykle 5 do 6-iu.

Jeżeli szerokość bębna oznaczmy przez S , grubość liny, to jest jej średnicę, przez d , głębokość szybu przez H , promień bębna przez R i liczbę zwojów zapasowych przez z , to

$$S = \left(\frac{H}{2 \pi R} + z \right) d,$$

a dla lin stożkowych

$$S = \frac{h_1 d_1 + h_2 d_2 + h_3 d_3 + \dots}{2 \pi R} + z d_n,$$

gdzie h_1 h_2 i t. d., długość d_1 d_2 d_3 i t. d. grubość oddzielnych części liny.

Jeżeli w ten sposób obliczona szerokość bębna wypada większą od 1 metra lub 1,20 metra, w takim razie na jednej warstwie zwojów liny musi nawijać się druga, a następnie 3-ia, i jeżeli przez r nazwiemy liczbę zwojów nawiniętych jedno na drugie, to szukana szerokość bębna będzie $\frac{S}{r}$.

Takie liny, których zwoje układają się na bębnie warstwami, jedno na drugich, muszą mieć dusze konopne bardzo cienkie, aby się lina w niżej leżących zwojach, wskutek ciśnienia wyżej leżącej warstwy zwojów, nie bardzo spłaszczała.

Lina umocowywa się na bębnie w ten sposób, że koniec jej przepuszcza się przez otwór, zrobiony w oszalowaniu bębna i przywiązuje się do szprychy koła bębnowego.

Bębny cylindryczne mają wielką wadę, która wzrasta z głębokością szybu, a mianowicie, że wymagają, aby maszyna była ustawioną dość daleko od szybu. Jeżeli maszyna jest blisko szybu, lina przyjmuje zbyt ukośne położenie do płaszczyzny koła linowego i do osi bębnow, przez co zwiększa się tarcie i lina prędzej się zużywa, a prócz tego zwoje liny, wskutek jej ukośnego położenia, nie dobrze układają się na bębnie. Dla tej samej przyczyny zwoje liny nie dobrze się układają jeżeli bęben jest za szeroki.

Bębny osadzają się na wale maszyny w ten sposób, aby jeden z nich był przytwierdzony stale, a drugi, w razie potrzeby, mógł się swobodnie obracać na około wału. Jest to niezbędne dlatego, aby w każdej chwili można było dokładnie uregulować długość lin, stosownie do położenia klatek. Gdy jedna z klatek znajduje się na poziomie podszybia, druga powinna się znajdować na poziomie pomostu nadszybowego, długość więc lin powinna być zawsze w ten sposób uregulowaną, aby odpowiadała położeniu klatek. Ponieważ zaś nowo założone liny, po pewnym czasie, zawsze się wydłużają, przez co położenie przyczepionych do ich końców klatek może się zmieniać, należy więc zawsze mieć możność uregulowania długości lin. Nareszcie tam, gdzie wyciąganie odbywa się z różnych poziomów, długość lin musi być uregulowaną przy każdej zmianie poziomu, z którego odbywa się wyciąganie.

Regulowanie długości lin odbywa się następującym sposobem: klatkę przyczepioną do liny, owijającej bęben ruchomy, podnoszą do poziomu pomostu nadszybowego, bęben oswobadzają i podpierają w ten sposób, aby przy obrocie wału nie mógł się on obracać, następnie opuszczają powoli drugą klatkę do szybu, a gdy ona dojdzie do poziomu podszybia, przytwierdzają bęben ruchomy do wału.

Bębny stożkowe. Bębny cylindryczne mogą być z korzyścią używane tylko dla maszyn, przeznaczonych do wyciągania minerałów z niewielkiej głębokości, nie przewyższającej 200 metr. Przy większych głębokościach różnica momentów, działających na wał maszyny, na początku okresu wyciągania klatki i pod jego koniec, zależna od ciężaru samej liny, wypada zbyt znaczną, co pociąga za sobą bardzo wielkie niedogodności.

W samym początku, gdy klatka znajduje się na dnie szybu, maszyna musi podnieść, oprócz ciężaru pożytecznego i ciężaru martwego (klatka i puste wozy) jeszcze i ciężar całej liny, wiszącej w szybie. Po stronie zaś przeciwwagi jest tylko ciężar martwy (klatka i wozy puste). W miarę, jak naładowana klatka podnosi się do góry, lina się nawija na bęben, przez co jej ciężar ciągle się zmniejsza, gdy tymczasem po stronie przeciwwagi, lina się rozwija i ciężar jej stopniowo się zwiększa. Opór więc, jaki maszyna musi przezwyciężać, ciągle się zmienia.

Jeżeli przez P oznaczymy wagę liny, przez Q ciężar pożyteczny, przez R promień bębna linowego i przez M_1 , M_2 i M_3 momenty siły, działające na wał maszyny na początku, w środku i pod koniec okresu podnoszenia klatki, to

$$M_1 = (P + Q) R$$

$$M_2 = QR$$

$$M_3 = (Q - P) R.$$

Ciężar martwy, to jest waga klatki i wozów próżnych wzajemnie się zrównoważa, a więc można go nie wprowadzać do rachunku

$$M_1 - M_3 = (P + Q) R - (Q - P) R = 2PR.$$

Przyjawszy $R = 1$ metr, widzimy, że różnica momentów na początku i w końcu okresu podnoszenia równa się podwójnej wadze liny, to jest wzrasta wraz z głębokością szybu.

Przy szybach niezbyt głębokich, gdy waga liny P jest mniejszą od ciężaru pożytecznego Q , momenty M_1 , M_2 i M_3 mają jeszcze

wartość dodatnią, można więc bieg maszyny regulować przez stopniowe zmniejszanie dopływu pary, zamykając przepustnicę dopływową. W szybach jednak głębokich, ciężar liny P jest zawsze znacznie większym od ciężaru pożytecznego Q , gdy więc klatka naładowana dochodzi do powierzchni ziemi, otrzymuje się moment ujemny — M_3 , to jest że siła, działająca na wał maszyny, przyjmuje odwrotny kierunek. Gdy więc z początku maszyna musi mieć dostateczną siłę, aby podnieść klatkę (z wozami naładowanymi), znajdującą się na dnie szybu, pod koniec okresu wyciągania potrzeba użyć przeciwpary, to jest hamulca, aby powstrzymać klatkę z wozami próżnemi, która opuszcza się do szybu. Opuszczanie zaś klatki przy pomocy hamulca jest zawsze połączone z niebezpieczeństwem, a prócz tego, ponieważ moment oporu na początku wyciągania klatki, jest bardzo znacznym, maszyna więc musi być daleko silniejszą od tej, jaka byłaby potrzebna, gdyby ciężar liny był zupełnie zrównoważony, albo przynajmniej gdyby różnica momentów była mniejszą.

Dla zrównoważenia ciężaru liny służą bębny stożkowe.

Bębny stożkowe przedstawiają dwa stożki ścięte, połączone z sobą szerokimi lub wązkimi podstawami (fig. 612 i 613). Liny

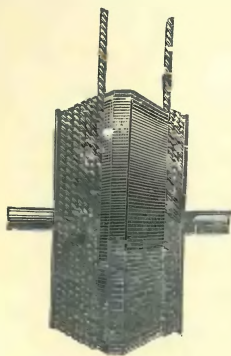


Fig. 612.

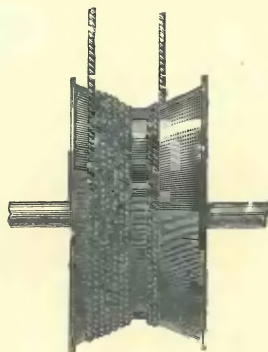


Fig. 613.

nawijają się na bębny stożkowe w ten sposób, że gdy jedna z lin nawija się na część bębna o największej średnicy, druga lina, w tej samej chwili, owija część bębna o najmniejszej średnicy; tym sposobem większy ciężar działa na mniejszy promień bębna, a mniejszy ciężar na większy promień, wskutek czego ciężar liny do pewnego stopnia zostaje zrównoważony. Bębny te mają ten wielki

niedostatek, że zwoje liny zsuwają się po pochylej powierzchni bębna, wskutek czego następuje tarcie jednych zwojów o drugie i lina bardzo się prędko zużywa. Aby zwoje liny się nie zsuwały, kąt stożka nie powinien być większy nad 30° . Przy takim zaś kącie stożka zrównoważenie ciężaru liny, nie może być nigdy całkowite. Przy głębokości szybu 130 metr. ciężar liny żelaznej zrównoważa się zaledwie w połowie. Z tej przyczyny bębny stożkowe są wogóle mało używane.

Bębny węzownicowe. Bębny węzownicowe tem się odróżniają od stożkowych, że kąt stożka mają daleko większy, a mianowicie 60 do 65° i że na powierzchni bębna zrobiony jest żłobek, w który układa się lina (fig. 614). Bębny te są lepsze od stożkowych i jeżeli tylko wymiary ich są dokładnie oznaczone, można dojść do tego, że nawet przy głębokości szybu 500 metr. momenty sił M_1 , M_3 działających na wał maszyny na początku i pod koniec okresu wyciągania będą jednakowe, to jest $M_1 = M_3$.



Fig. 614.

Dla lin stalowych 40 mm. grubych i przy głębokości szybu 500 metr. zrównoważenie ciężaru liny jest zupełne, jeżeli większa średnica bębna wynosi 10, a mniejsza 6 metr. Przy mniejszych wymiarach bębna zrównoważenie liny już nie będzie całkowite.

Głębokość żłobka dla liny powinna być równą jej średnicy, przy mniejszej głębokości lina łatwo wyskakuje, co może spowodować jej rozerwanie. Przekonano się także, że liny wyskakują ze żłobka, jeżeli ich długość nie jest dobrze uregulowana, a mianowicie, gdy lina jest za długą, wtedy przy początku okresu podnoszenia zaczyna się bujać i może ze żłobka wyskoczyć.

Bębny węzownicowe są bardzo ciężkie i bardzo kosztowne. Waga metra bieżącego żelaza, z którego jest zrobiony żłobek dochodzi do 12 kilogr., co przy długości liny 500 metr. wynosi już 12000 kilogr., nie licząc samego korpusu bębna. Prócz tego, przy użyciu bębnow węzownicowych, wał maszyny musi być znacznie dłuższy.

Bębny dla lin płaskich (Bobiny). Bębny dla lin płaskich czyli tak zwane bobiny, składają się z jądra, zrobionego z lanego żelaza i z ramion drewnianych lub żelaznych, umocowanych w kierunku promieni, między którymi lina się nawija na jądro (fig. 615 i 616). Tym sposobem promień bębna, na który się lina nawija,

zmienia się przy każdym obrocie bębna i zmienia się mianowicie tak, jak jest potrzeba, aby się zmieniał, dla zrównoważenia ciężaru liny. Gdy lina jest rozwinięta, ciężar działa na promień najmniejszy, w miarę zaś jak klatka się podnosi i ciężar liny się zmniejsza, promień na-

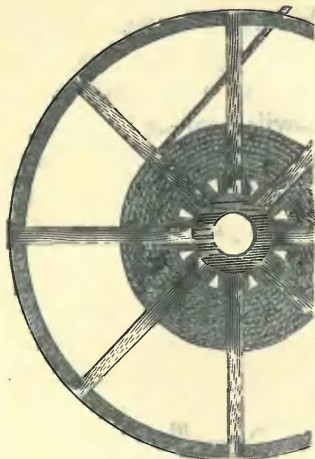


Fig. 615.



Fig. 616.

wijania, przy każdym obrocie wału, zwiększa się na grubość liny. Przy głębokości szybu 250 metr., przy grubości liny 24 mm. i ciężarze wyciąganym równym 500 kilogr., zrównoważenie ciężaru liny jest zupełne.

Demagnet proponuje dla zrównoważenia ciężaru lin okrągłych używać takie same bębny, jak i dla lin płaskich z wewnętrznym jądrem, na które zwoje liny nawijają się jedne na drugie.¹⁾

Zrównoważenie ciężaru liny za pomocą przeciwwagi.

Sposób ten jest bardzo często używany w Anglii; polega on na tem, że od bębna (fig. 617), osadzonego na tym samym wale, co i bęben linowy, ciągnie się łańcuch, na którego końcu jest przyczepiona przeciwwaga, w postaci wózka na kółkach, który się toczy po relsach, ułożonych w ten sposób, że spadek kolejki się zmniejsza. Dla każdej z dwóch lin jest oddzielna



Fig. 617.

¹⁾ Demagnet: Cours d'exploitation des mines de houille, tom 3, str. 259.

przeciwwaga. Gdy klatka znajduje się na dnie szybu, przeciwwaga znajduje się w najwyższym punkcie kolejki i działa całym swoim ciężarem, odpowiadającym ciężarowi liny. W miarę, jak lina się nawija i ciężar jej zmniejsza się, zmniejsza się także i ciężar przeciwwagi, która się toczy po drodze z coraz mniejszym spadkiem. Przy spotkaniu się klatek obie przeciwwagi spotykają się w miejscu, gdzie relsy mają najmniejszy spadek, a następnie przeciwwaga po stronie pustej klatki zaczyna się podnosić do góry i ciężarem swoim zrównoważa ciężar rozwijającej się liny.

W szybie Camphausen w Saarbrücken, dla zrównoważenia ciężaru liny, zastosowano bardzo dobry, ale zarazem i bardzo kosztowny sposób. Na wale maszyny wyciągowej o sile 100 koni,

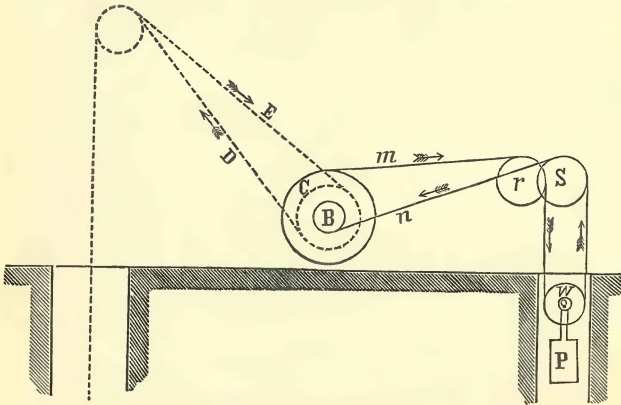


Fig. 618.

na którym są osadzone bębny cylindryczne dla lin okrągłych, jest umieszczony bęben wężownicowy, przedstawiający dwa stożki, złożone szerokimi podstawami, których średnica wynosi 10 metrów, a średnica *B* mniejszej podstawy stożka 3 metry (fig. 618). *C* przedstawia bęben cylindryczny, na który nawijają się liny *D E*, idące od klatek. Od bębna wężownicowego idzie lina *m n*, która owija koła *r s*, nadające jej kierunek, a następnie wchodzi do szybu pomocniczego, 80 m. głębokiego, gdzie owija ruchome koło *w*, do którego jest przyczepiona przeciwwaga *P*, której ciężar wynosi 15 000 kilogr., ale może być zwiększony lub zmniejszony. Końce liny *m n* są przymocowane do bębna wężownicowego w ten sposób, że gdy lina *m* nawija się na bęben wężownicowy, zaczynając od małej podstawy stożka, to jest od najmniejszego promienia nawijania, lina *n* rozwija się z bębna,

z szerokiej podstawy stożka, to jest z największego promienia i na odwrót. W pierwszej chwili, jaka jest przedstawiona na fig. 618, gdy klatka naładowana stoi na dnie szybu i zaczyna się jej wyciąganie, lina m jest nawinięta na bęben aż do jego szerokiej podstawy, lina zaś n jest rozwinięta z bębna, tak, że koniec jej dochodzi do małej podstawy stożka. Gdy maszyna zostanie puszczona w ruch i wał zacznie się obracać w kierunku wskazanym strzałkami, lina m zacznie się rozwijać z bębna, a lina n nawijać na przednią część tegoż bębna, lecz ponieważ promień rozwijania liny m jest znacznie większy od promienia nawijania liny n , to w jednym i tym samym czasie rozwinie się z bębna daleko więcej liny m , aniżeli się nawinie na bęben liny n , ciężar więc P zacznie się opuszczać, a jednocześnie i promień, z którego się lina m rozwija, będzie się ciągle zmniejszać. Przeciwnie zaś promień nawijania liny n będzie się ciągle zwiększać. W chwili, gdy klatki spotykają się w środku głębokości szybu, ciężar P opuści się w szybie pomocniczym do najniższego punktu i promienie nawijania lin m i n będą wtedy zupełnie jednakowe. Gdy zaś klatka pusta zacznie się opuszczać niżej, promień nawijania liny n zacznie się zwiększać, a promień nawijania liny m zmniejszać, lina n zacznie się prędzej nawijać, aniżeli lina m rozwijać i ciężar P będzie się podnosił do góry. Tym sposobem na początku wyciągania opuszczający się ciężar P , działając na największy promień nawijania liny m , służy jako przeciwwaga dla liny, przyczepionej do klatki naładowanej, która się podnosi do góry, od chwili zaś spotkania się klatek ciężar P , podnosząc się do góry, działa na ciągle zwiększający się promień nawijania liny n i służy jako przeciwwaga dla liny, przyczepionej do klatki próżnej, opuszczającej się do szybu.

Sposób wyciągania Koepe'go.¹⁾ Koepe, dyrektor kopalni węgla Hanower w Westfalii, zbudował maszynę wyciągową, w której, zamiast bębnow linowych, na wale maszyny, osadzone jest tylko jedno koło zamachowe, na którego obwodzie jest zrobiony rowek dla liny (fig. 619). Koło to więcej niż na połowie obwodu owija okrągła lina stalowa, przechodząca przez koła linowe, umieszczone na wieży nadszybowej, na końcach której są zawieszony klatki. Pod klatkami przyczepia się druga lina, dolna, równej dłu-

¹⁾ Bardzo treściwe i dobre opisanie systemu wyciągania Koepe'go czytelnik znajdzie w artykule p. J. St. „O systemie dobywalnym Koepe'go“, Przegląd Techniczny z r. 1902, №№ 7 i 9.

gości, jak i lina wyciągowa górna, która wisi swobodnie w szybie i służy tylko do zrównoważenia ciężaru liny górnej. Przy takim urządzeniu, lina górna wraz z klatkami i liną dolną, tworzy jakby jedną linę bez końca, zrównoważenie więc liny wyciągowej jest najzupełniejsze.

Lina górna, wyciągowa, otrzymuje ruch wskutek tarcia, jakiego doznaje, owijając koło, osadzone na głównym wale maszyny. Dlatego jednak aby się lina nie ślizgała, tarcie między liną a obwodem koła musi być większe od różnicy obciążenia jednego i drugiego końca liny. Oznaczywszy więc obciążenie jednego końca, na którym jest przywieszona klatka z wózkami naładowanemi, przez P , drugiego końca przez Q , a współczynnik tarcia przez f , powinno być:

$$f(P + Q) \geq P - Q.$$

Ponieważ zaś tarcie na obwodzie koła jest zawsze większe od tej różnicy, bezpieczeństwo więc co do ślizgania się liny jest zupełne.

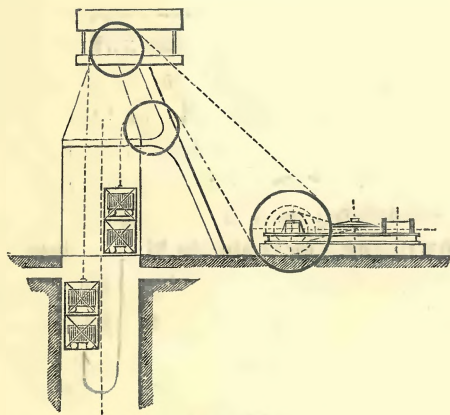


Fig. 619.

Przy systemie Koepe'go podchwyty urządzają tylko na podszybiu lub nadszybiu, tak, że obiedwie klatki nigdy nie spoczywają razem na podchwytach, gdy więc jedna klatka stoi na podchwytach, druga swobodnie wisi w powietrzu. Jeżeli podchwyty są umieszczone na nadszybiu, w takim razie muszą być w ten sposób zbudowane, aby się mogły

pod klatkę wsuwać i z pod klatki wysuwać, bez podnoszenia jej w górę, jak np. podchwyty Stauss'a.

System Koepe'go został zastosowany w wielu miejscach w Westfalii, w niektórych kopalniach na Szląsku Górnym, a u nas w zagłębiu Dąbrowskiem, w kopalniach węgla Towarzystwa Warszawskiego i wszędzie daje bardzo zadawalające rezultaty.

Zalety tego systemu są następujące: Ponieważ klatki i wozy próżne, a także i lina są całkowicie zrównoważone, maszyna wy-

ciągowa ma do przewyciężenia wyłącznie tylko ciężar użyteczny, to jest tylko ciężar podnoszonego minerału, wymiary więc maszyny Koepe'go mogą być znacznie mniejsze od wymiarów zwykłych maszyn wyciągowych, które, oprócz ciężaru pożytecznego, muszą często podnosić i ciężar martwy. Różnica zaś wymiarów będzie tem znaczniejszą im głębokość szybu jest większą, im więcej wózków umieszcza się w klatce. Koszty budowy mniejszej maszyny oczywiście są mniejsze, a prócz tego i samo utrzymanie mniejszej maszyny kosztuje taniej, bo ona mniej zużywa pary i smarów.

Umieszczając koła linowe jedno pod drugim, można dojść do tego, że obydwa koła nadszybowe i koło linowe, osadzone na wale maszyny, będą się znajdowały w jednej i tej samej płaszczyźnie pionowej, lina więc będzie pracowała w najlepszych warunkach, bo tarcie jej o boki rowków będzie doprowadzone do minimum. Prócz tego samą maszynę można postawić zupełnie blisko szybu, co jest niemożliwe przy maszynach z bębnami cylindrycznymi lub wężownicowemi, na które lina wyciągowa, nawijając się, bardzo się odchyła od płaszczyzny koła linowego.

Nieszczęśliwe wypadki, pochodzące wskutek podniesienia klatki do kół linowych, przez nieuwagę maszynisty, są całkowicie wykluczone, bo jak tylko dolna klatka stanie na dnie szybu, maszyna staje się za słabą do dalszego podnoszenia klatki naładowanej, ponieważ ciężar martwy nie będzie zrównoważony, a prócz tego tarcie na kole linowem, osadzonem na wale głównym, będzie niedostateczne. Gdyby więc maszynista nie zatrzymał w swoim czasie maszyny, to tylko lina będzie się ślizgała na obwodzie koła, ale klatka w żadnym razie do kół linowych podniesioną być nie może. Z czego wypada, że tam, gdzie wyciąganie odbywa się sposobem Koepe'go, wieże nadszybowe mogą być znacznie niższe, a prócz tego i lżejszej konstrukcyi, bo przy zwykłych maszynach wieże nadszybowe zwykle obliczają w ten sposób, aby nie uległy uszkodzeniu nawet i wtedy, gdyby przy podniesieniu klatki do kół linowych, wskutek nadzwyczajnego oporu, jakiego wtedy doznaje lina, miało nastąpić jej rozerwanie.

System Koepe'go ma jednak także i swoje niedostatki: ślizganie się liny na kole linowem zależne jest od tarcia pomiędzy liną a obwodem koła, samo zaś tarcie zależy znowu od pewnych warunków, nie dających się zupełnie dobrze uchwycić i nie zawsze stałych, bo zależących od materiału, z którego zrobione jest koło i lina, od samej konstrukcyi liny i wreszcie od tego, czy powierzch-

nia liny jest sucha, lub też pokryta smarem, może się więc zdarzyć, że lina poślizgnie się na kole bez widocznej przyczyny i wbrew naszemu życzeniu, a wtedy automatyczne sygnały maszyny wyciągowej, wskazujące maszyniście położenie klatki w szybie i chwilę jej wyjścia na powierzchnię ziemi, dają mylne wskazówki, wskutek czego maszynista traci pewność w kierowaniu maszyną. Praktyka jednak uczy, że wada ta nie ma wielkiego znaczenia i że przy pewnej wprawie maszynista z równą pewnością kieruje maszyną. Gorszą jest ta okoliczność, że nie można zabezpieczyć liny od rdzewienia za pomocą smarów, bo gdyby się smar dostał na koło lino-we, tarcie między liną i obwodem koła, jakie jest niezbędne dla wprowadzenia w ruch liny, nie miałoby miejsca i linaby się ślizgała. Zabezpieczają więc liny od rdzewienia, używając do ich wyrobu druty cynkowane i o ile można większej średnicy.

Lina przy systemie Koepe'go musi mieć ściśle oznaczoną długość, której zmieniać nie można, raz więc założona, nie może być nigdy skracaną, co uniemożliwia robienie prób na rozerwanie i giętkość drutów, jakie przepisy górnicze robić obowiązują.

Należy jednak zwrócić uwagę na to, że przyczyny, powodujące rozerwanie się liny, przy systemie wyciągania sposobem Koepe'go, są prawie całkowicie usunięte; liny pracują w najlepszych warunkach, a więc wypadki ich rozerwania nieomal że są niemożliwe. Dlatego też zamiast próbowania lin, wydany został przepis, ograniczający czas ich użycia przy maszynach Koepe'go: w Prusiech do 2-eh lat, u nas do $1\frac{1}{2}$ roku.

Największym niedostatkim systemu wyciągania Koepe'go jest to, że w razie rozerwania się liny, obydwie klatki jednocześnie wpadają do szybu i dla ich wydobywania potrzeba mieć osobną maszynę pomocniczą z bębniem i liną.

Oprócz wyżej wskazanych są jeszcze i drobniejsze niedogodności. I tak: wymiana zużytej liny przedstawia tu daleko więcej trudności i zachodu. Gdy dla jakiegobądź powodu nie można zjechać do szybu jedną z dwóch klatek, wtedy nie można się posiłkować i drugą klatką; maszyna staje się nieczynną i do szybu inaczej, jak po drabinach, opuścić się nie można. Nie można także wyciągać urabianego minerału z różnych poziomów. Nareszcie przy znacznie większych głębokościach szybów nie można używać lin o zmniejszającym się przekroju.

Tomson w swojej broszurze „Förderanlagen für grosse Teufen“ i Poussigne w swej pracy „Conditions d'exploitation a grande

profondeur“ utrzymują, że system Koepe'go nie może być zastosowany do wydobywania z bardzo znacznych głębokości. Tomson głębokość, do której można go stosować, oznacza na 700 metr., a Poussigne nawet pisze (str. 71), że sposób ten przy głębokości szybu powyżej 800 mtr. powinien być wzbroniony, bo ruch liny dolnej, przyczepionej pod klatkami, staje się bardzo niespokojnym i lina zaczyna się tak silnie bujać, że uderza o ściany szybu, co nie jest dobrem ani dla liny, ani dla szybu, a prócz tego wskutek bujania się dolnej liny i ruch klatek nie jest zupełnie bezpieczny.

Wyciąganie za pomocą rozrzedzonego powietrza. Wyciąganie za pomocą rozrzedzonego powietrza było zastosowane przez inżyniera Blanchet przed trzydziestu paru laty, w szybie Hottinguer, w Epinac we Francji. Tam, w szybie 603 metr. głębokim, była ustawiona przez całą głębokość szybu, rura z lanego żelaza o średnicy 1,6 metr., połączona z maszyną do rozrzedzania powietrza.

W tej rurze znajdowała się klatka na 9 wozów, pod którą był jeden tłok, a nad nią 2 tłoki, oddalone od siebie na odległość cokolwiek większą, aniżeli wysokość drzwi, przez które wstawiały się wozy.

Jeżeli klatkę trzeba było podnieść, wypompowywano powietrze z górnej części rury. Wtedy pod ciśnieniem atmosfery na dolny tłok klatka podnosiła się do góry. Gdy klatkę trzeba było opuścić, wpuszczano powietrze do górnej części rury, klatka opuszczała się swoim własnym ciężarem. Prędkość zaś opuszczania regulowano wentylem, przez który zgęszczone pod klatką powietrze wychodziło na powierzchnię ziemi.

O ile całe to urządzenie było dogodne i wogóle odpowiadało swojemu celowi powiedzieć trudno, bo było ono zastosowane tylko w jednym szybie Hottinguer, a dziś szyb ten wraz z całym zrobionem w nim urządzeniem jest nieczynnym. Nie trudno jednak przewidzieć, że urządzenie cylindra kilkaset metrów wysokiego zupełnie prawidłowej formy i hermetycznie zamkniętego nie jest rzeczą ani tanią ani łatwą, gdyby jednak tę trudność dało się przezwyciężyć i sposób inżyniera Blanchet mógłby oddać wielkie usługi przy wydobywaniu z bardzo znacznych głębokości.

Naczynia wyciągowe i sposoby ich napełniania i wypróżniania. Kubły i beczki. Kubły i beczki wyrabiają z klepek, przeważnie dębowych, od 15 do 22 mm. grubych, albo też z blachy żelaznej. Kubły są mniejsze, używają się przy odbudowie rud dukłami i wogóle tam, gdzie wyciąganie odbywa się windami ręczne-

mi. Beczki są większe, używają ich przy windach parowych, prze-
ważnie podczas pogłębiania szybów. Okucie beczki drewnianej
składa się z 5 lub 6-iu obręczy żelaznych i dwóch pasów z płaskie-
go żelaza (fig. 620), idących wzdłuż beczki i krzyżujących się na
jej dnie. Pasy te na górnej krawędzi beczki są zakończone kółka-
mi, do których są przyczepione łańcuchy, idące do liny. Po dwa
sąsiednie łańcuchy łączą się u góry kółkiem, za które się zaczepia
hak od liny. Pojemność takich beczek wynosi od $\frac{1}{2}$ do 1 metr.
sześć. Pod spodem, na miejscu skrzyżowania się pasów, umocowa-
ne jest kółko, ułatwiające wypróżnianie beczki. Podniósłszy becz-
kę powyżej pomostu nadszybowego, zaczepiają za to kółko hak od



Fig. 620.

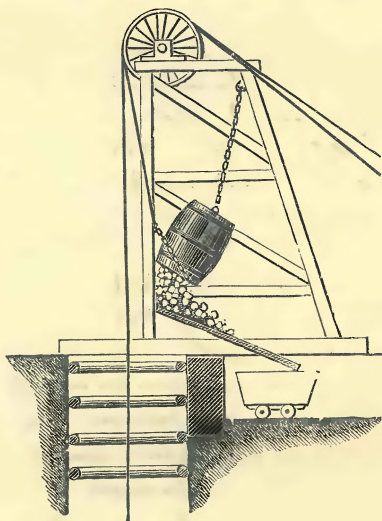


Fig. 621.

łańcucha, wiszącego nad pomostem, a następnie opuszczają becz-
kę, wskutek czego beczka się wywraca i wypróżnia (fig. 621). Becz-
ka powinna być w ten sposób odrobiona, aby na jej powierzchni
nie było żadnych części wystających, które mogłaby zaczepiać
o boki szybu, lub o drugą beczkę, jeżeli wyciąganie odbywa się
dwoma beczkami.

Prędkość wyciągania beczek wynosi w szybach nieobudowa-
nych 0,6 m., w zabudowanych i oszalowanych gładkimi deskami
1,3 m., a tam, gdzie są kierowniki, można ją zwiększyć do 3 metr.
na sekundę.

Dla nadania właściwego kierunku beczkom służy rama, sli-

zgajająca się między kierownikami, umocowanemi wzdłuż szybu (fig. 622 i 623). Gdy rama dojdzie do ostatniego wieńca obudowy, za-

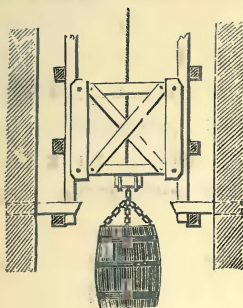


Fig. 622



Fig. 623.

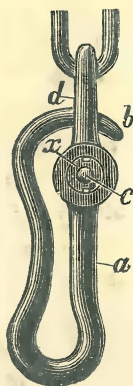


Fig. 624.

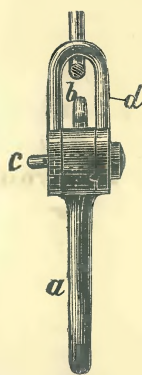


Fig. 625.

trzymuje się na nim, a beczka opuszcza się dalej na dno szybu. Lina przechodzi wzdłuż ramy i nie jest do niej przymocowana.

Beczki przyczepiają do liny za pomocą haka, przedstawianego na fig. 624 i 625. Hak *a b* obraca się około sworznia *c*. Sworzień *c* umocowuje się za pomocą wewnętrznej mutry *x*, którą się naśrubowuje w ten sposób, jak się ześrubowuje cyrkiel. Gdy beczkę po-

trzeba zawiesić, hak *a b* obracają około sworznia, tak, aby koniec *b* wyszedł ze strzemięcia *d*. Następnie wstawiając koniec *b* w kółko, które łączy łańcuchy, idące od beczki, posuwają to kółko aż do dolnej części haka.

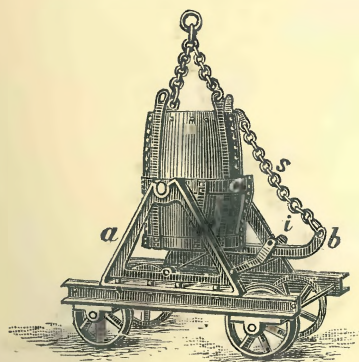


Fig. 626.

Przy pogłębianiu szybów, dla ułatwienia wypróżniania beczek, używają platformy na kółkach, z koszem, w który się wstawia beczka wychodząca z szybu. Na pod-

porach *a* (fig. 626) osadzają na czopach kosz *c*, z pasów żelaznych, w który opuszczają pełną beczkę, wyciągniętą z szybu. Kosz *c* osa-

dzony jest w ten sposób, że może się obracać około czopów. Pod koszem umocowanym jest drążek *b*, ku końcowi zakrzywiony, od którego idzie łańcuch *s* z hakiem, jaki się zakłada na górną krawędź beczki. Drążek *b* wchodzi do widełek *i*, w których, podczas przewozu beczki przytwierdza się nieruchomo, za pomocą zatyczki. Odwiozłszy beczkę do zwału, robotnik wyjmuje zatyczkę z widełek, a następnie przyciągając drążek *b*, wywraca beczkę wraz z koszem. Łańcuch, idący od drążka *b*, służy do tego, aby beczka przy wywracaniu nie mogła wypaść z kosza.

Skrzynie na kółkach. W szybach pochyłych przewóz odbywa się w ten sam sposób, jak i na pochylniach. Jeżeli jednak szyb jest bardzo ciasny i nie ma miejsca na wózki, to wyciąganie minerałów z szybów pochyłych odbywa się w skrzyniach żelaznych na kółkach, toczących się po

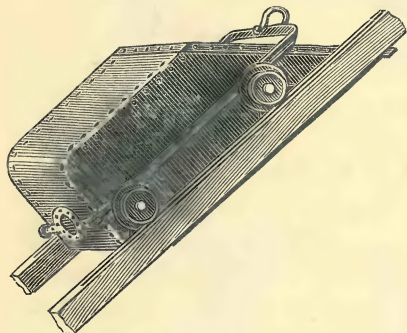


Fig. 627.

relsach, ułożonych wzdłuż szybu (fig. 627). Dlatego aby skrzynię uczynić wywrotną, układają dwie pary relsów w ten sposób, że przednia para kółek toczy się po wewnętrznych relsach, a tylna po zewnętrznych i relsy wewnętrzne, w miarę tego jak skrzynia wychodzi na powierzchnię ziemi, odpowiednio zniżają.

Takie skrzynie używają się tylko w szybach ciasnych i bardzo stromych, w których zwyczajne wózki na platformach pomieścić się nie mogą. Wymagają one prócz tego, aby kąt nachylenia szybu był na całej długości jednostajnym.

Klatki. Klatki służą do pomieszczenia wozów, które mają być wyciągnięte na powierzchnię ziemi. Klatki mogą być jedno lub kilkopiętrowe, to jest mieć tylko jeden pomost dla wozów, lub też kilka jeden nad drugim pomostów. Klatki jednopiętrowe są daleko dogodniejsze od kilkopiętrowych, dlatego też wielopiętrowe klatki używane są dziś przeważnie tylko w starych szybach, mających mały poprzeczny przekrój. W nowych szybach starają się używać klatki jednopiętrowe, a co najwyżej dwupiętrowe. Na każdym piętrze klatki może być po jednym wozie lub po dwa wozy, w tym ostatnim razie wozy mogą stać jeden obok drugiego, albo też jeden za drugim. Czasami na pomoście klatki ustawia się po 4

wozy. W tych wypadkach, gdy na pomoście klatki ustawia się po dwa lub więcej wozów, należy zwracać uwagę na to, aby obydwie połowy klatki były jednakowo obciążone, nie należy więc stawiać woza próżnego obok pełnego, bo wtedy klatka cokolwiek się odchyła i trze jedną stroną o kierowniki.

Klatka może mieć tylko jedno wyjście, albo też dwa wyjścia, z dwóch przeciwległych boków. W pierwszym wypadku, gdy klatka zostanie opuszczoną na podszybie, najprzód należy wysunąć wozy puste, a potem dopiero wstawić wozy pełne, w drugim zaś wypadku wozy puste wypychają przy wstawianiu pełnych.

Klatki, przeznaczone dla opuszczania i podnoszenia ludzi, muszą być pokryte dachem, dla zabezpieczenia ich od deszczu i uderzeń ciał twardych, które mogą upaść z wierzchu. Boki takich klatek powinny być pokryte blachą żelazną lub siatką. Siatki z drutów cynkowanych są do tego celu odpowiedniejsze, ponieważ opuszczając się można zrewidować wewnątrz szybu. W krótkich zaś bokach klatek umieszcza się drzwi na zawiasach, które zawieszają tylko na czas podnoszenia i opuszczania ludzi.

Klatki do wyciągania wozów powinny być zamykane z boków ruchomymi baryerami, nie pozwalającymi wozom wysuwać się w drodze.

Najlepszy przyrząd do zamykania klatki przedstawia gruby pręt żelazny z końcami zagiętymi pod kątem prostym, osadzony poziomo w łożyskach wewnątrz klatki, w ten sposób, że może się w nich obracać. Gdy zagięte końce są w położeniu poziomem, wejście do klatki jest zamknięte. Podnosząc je do góry tak, aby przyjęły położenie pionowe, wejście się otwiera i wozy można wytoczyć.

Klatki, przy największej wytrzymałości, powinny być jak najlżejsze, aby nie zwiększać ciężaru martwego, jaki lina musi wytrzymywać, dlatego też w ostatnich czasach żelazne klatki zamieniają na stalowe. Ciężar klatek żelaznych wraz ze spadochronami wynosi zwykle 0,8 do 1,5 ciężaru pożytecznego, klatki stalowe ważą tylko 0,6 do 0,7 wagi klatek żelaznych.

Klatki zawieszają na czterech łańcuchach, schodzących się u góry w jedno kółko, do którego przyczepia się lina. Często zamiast 4-ch łańcuchów klatki zawieszają na dwóch trójkątach z żelaza okrągłego, złączonych z sobą za pomocą kółka. Ten sposób jest lepszy, ponieważ naciągnąć równomiernie cztery łańcuchy jest

bardzo trudno, a nierównomierne naciągnięcie łańcuchów bywało przyczyną nieszczęśliwych wypadków.

Między klatkami, w punkcie ich spotkania się, a także między klatkami a bokami szybu, powinna się pozostawać wolna przestrzeń od 12 do 15 centymetrów.

Na każdym szybie powinno być w rezerwie po dwie klatki zapasowe.

Klatki powinny być szczegółowo rewidowane przez majstra dwa razy dziennie, rano i wieczorem. Przy takiej rewizji majster powinien zwracać szczególną uwagę na śruby, łańcuchy i przymocowanie liny.

Kierowniki. Dla nadania właściwego kierunku klatkom, jak również dlatego, aby uniknąć wahaniasię klatek, któreby mogło spowodować zaczepienie się klatki jednej o drugą przy ich spotkaniu, służą kierowniki. Kierowniki mogą być drewniane, żelazne, lub też z lin drucianych.

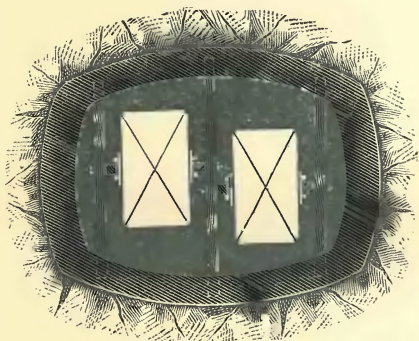


Fig. 628.

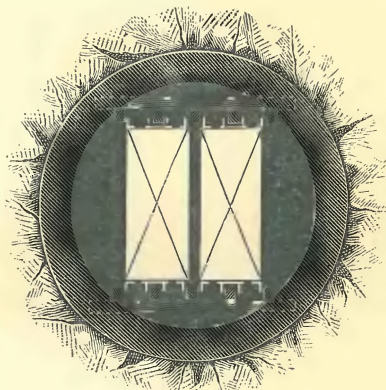


Fig. 629.

Kierowniki drewniane. Kierowniki drewniane przygotowują z belek dębowych lub sosnowych od 4 do 6-ciu metrów długich, o poprzecznym przekroju 10×15 ctm., które przytwierdzają wzdłuż całego szybu, w kierunku linii pionowej. Do klatki zaś przyśrubowują z boków u góry i u dołu odpowiedniego kształtu klamry, które obchwytyją kierownik z trzech stron, nie pozwalając jej wysunąć się z pomiędzy nich.

Kierowniki mogą być przytwierdzone albo z boków klatki (fig. 628), albo też z przodu i z tyłu klatki (fig. 629). Po bokach klatki kierowniki przytwierdzają wtedy, gdy wozy w klatce stoją

jeden obok drugiego. Z przodu zaś i z tyłu klatki zwykle wtedy, gdy wozy w klatce stoją jeden za drugim. Jeżeli kierowniki są przytwierdzone z przodu i z tyłu klatki, to jest z tych boków, przez które się wtaczają i wytaczają wozy, w takim razie na podszybiu i na pomoście nadszybowym muszą być przerwane, a na ich miejsce przytwierdzone w rogach klatek kierowniki dodatkowe (fig. 629 i 630), *a* kierowniki główne, *b* kierowniki dodatkowe.

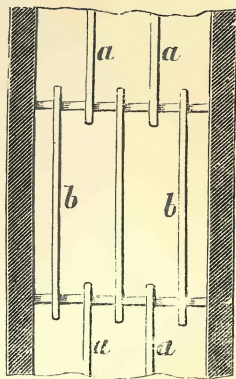


Fig. 630.

Poprzeczne belki, do których są przytwierdzone kierowniki, zakładają w odległości od 1 do 2 metrów jedna od drugiej, co zależy od wymiarów poprzecznego przekroju szybu, wielkości podnoszonego ciężaru i prędkości ruchu klatek. Belki zakładają albo jednocześnie z omurowaniem szybu, albo też omurowując szyb, pozostawiają dla nich gniazda.

Kierowniki przymocowują do belek za pomocą śrub żelaznych (fig. 631, 632, 633 i 634), albo też drewnianymi klinami (fig. 635, 636 i 637). Jeden kierownik z drugim może być połączony w styk (fig. 634), albo też przez wcięcie w pół drzewa (fig. 631). Obydwa te jednak połączenia nie są dobre, ponieważ wskutek drżenia, wywołanego ruchem klatek, końce kierowników bardzo prędko się zużywają. Daleko lepiej łączyć końce dwóch stykają-

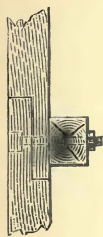


Fig. 631.

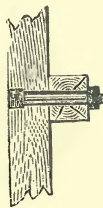


Fig. 632.

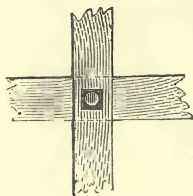


Fig. 633.

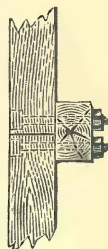


Fig. 634.

cych się z sobą kierowników nie na belce poprzecznej, do której są przytwierdzone kierowniki, lecz w przerwie między belkami. W tym ostatnim razie między poprzeczne belki wkładają pionowy

kawałek (fig. 638) lub też końce kierownika łączą za pomocą płyty żelaznej (fig. 639). Główki śrub powinny być wpuszczone w kierownik, a mutra nakręca się na gwint z tyłu

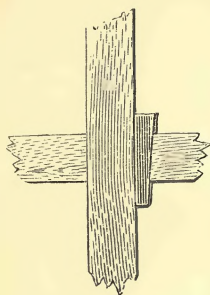


Fig. 635.

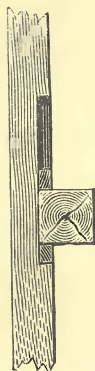


Fig. 636.

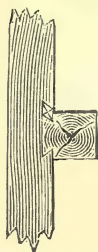


Fig. 637.

rownik, a mutra nakręca się na gwint z tyłu poprzecznej belki. Jeżeli zaś z tyłu belki nie ma miejsca na mutrę, w takim razie kierowniki przybijają do belek zapomocą gwoździ, które z a m i a s t główki mają gwint dla mutry. W kierowniku wiercą d z i u r ę dla gwoździa, który się wbija tylko w belkę,

a po nałożeniu na niego kierownika nakręca się na gwint mutrę. Tego rodzaju połączenie jest bardzo dobre pod tym względem, że zużyte kierowniki łatwo bardzo zamieniać nowymi.

Dla zabezpieczenia klatek od wyskakiwania z pomiędzy kierowników, służą klamry, przedstawione na figurach 640 i 641. Często zamiast klamry przytwierdzają z obu stron klatki, u góry i u dołu, lub też przez całą jej wysokość, szyny z żelaza kąтового, między które wchodzi kierownik (fig. 642).

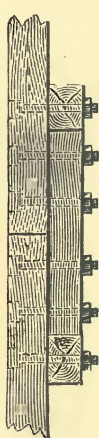


Fig. 638.

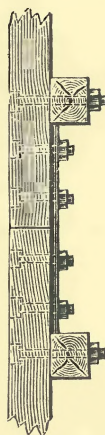


Fig. 639.

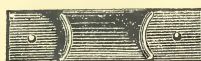


Fig. 640.



Fig. 641.

Klamry i szyny z żelaza kąтового dla kierowników powinny być do klatek przyśrubowane, a nie przynitowane, ponieważ nity, po pewnym czasie, zawsze się osłabiają i poruszając się podczas wyciągania klatek, bardzo psują kierowniki.

Drewniane kierowniki są wogóle bardzo dobre, mają tylko ten niedostatek, że się prędko zużywają; zamiana zaś zużytych

kierowników na nowe jest bardzo kosztowną, bo wymaga zatrzymania robót w szybie.

Kierowniki żelazne. Kierowniki żelazne w szybach, których głębokość jest nieznaczna, używane są rzadziej, aniżeli drewniane, ponieważ przy nich zastosowanie spadochronów jest bardzo trudne. Przygotowują ich z relsów, których metr bieżący waży 30 do 35 kilogr., albo też z belek żelaznych w kształcie

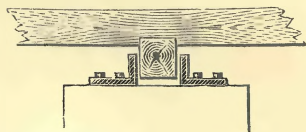


Fig. 642.

I. Zwykle obydwu kierowniki przytwierdzają z jednego boku klatki w ten sposób, że albo wszystkie 4 kierowniki są przytwierdzone do jednej belki poprzecznej, przechodzącej przez środek szy-

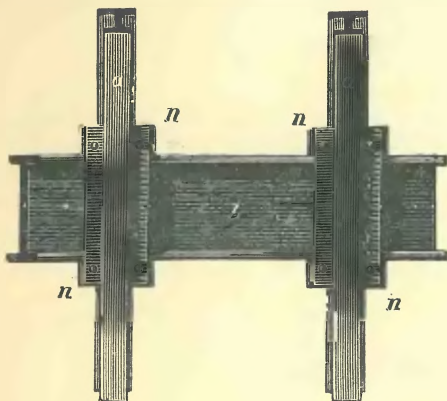


Fig. 643.



Fig. 644.

bu, albo też wpuszczają w obudowę 2 belki po bokach szybu i do każdej z nich przytwierdzają po 2 kierowniki. Czasami ich przytwierdzają na dwóch przeciwnych rogach klatek.

Dobre i mało miejsca zajmujące kierowniki żelazne są przedstawione na fig. 643, 644 i 645. Kierowniki **a** z żelaza, mającego kształt **I** są przymocowane śrubami do belek żelaznych **b**, kształtu **I** za pomocą żelaza

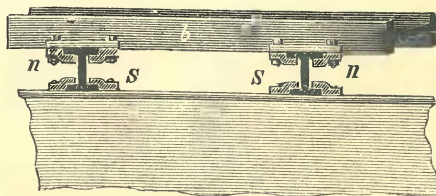


Fig. 645.

kątownego **k** i nakładek **n**. Do klatek są przytwierdzone klamry **s**, które obchwytyją główkę kierownika.

Na figurach 646 i 647 są przedstawione kierowniki z relsów typu Vignol'a. W poprzecznych belkach żelaznych kształtu **I** podtrzymujących kierowniki, robią wcięcia, w które wchodzi pięta relsu. Wcięcia te są niezbędne dlatego, aby rels nie mógł się przesunąć na boki i one powinny być zrobione bardzo starannie; aby zaś rels nie mógł się przesunąć do góry i na dół, przyśrubowują do niego nad belką i pod belką nakładki. Następnie wstawia relsy w wycięcia w belce, ześrubowują ich klamrami, które muszą być dobrze do nich dopasowane. Klamry przy klatkach obchwy-

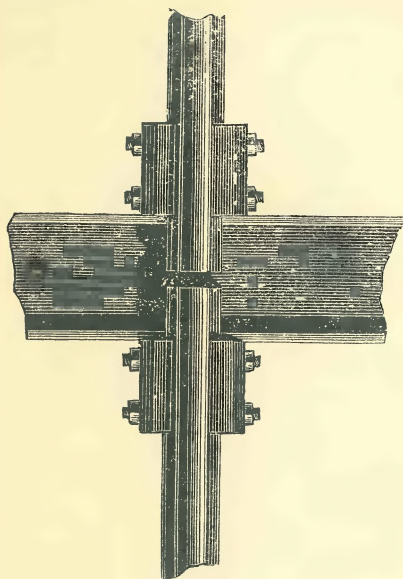


Fig. 646.

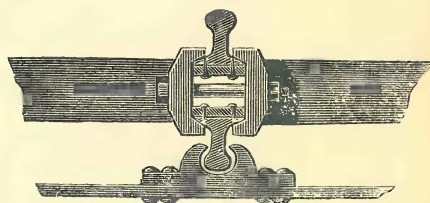


Fig. 647.

tujące główkę relsu, składają się z dwóch części, w których każda przyśrubowuje się do klatki dwoma śrubami.

Dla zmniejszenia tarcia kierowników żelaznych o klamry, używają gęsty smar.

Kierowniki linowe. Kierowniki linowe są najprostsze, urządzenie ich wymaga bardzo niewiele czasu i kosztuje o połowę taniej, aniżeli urządzenie drewnianych. Tego rodzaju kierowniki szczególnie się nadają do szynów z oprawą wodonieprzenikliwą drzewną lub oprawą wodonieprzenikliwą z lanego żelaza, mianowicie też dla szynów wierconych, w których urządzenie innego rodzaju kierowników, przedstawiałoby bardzo wielkie trudności. Średnio biorąc, na urządzenie metra bieżącego kierowników linowych potrzeba od 2 do $2\frac{1}{2}$ dni, a na urządzenie metra kierowników drewnianych od 6 do 7 dni.

Liny dla kierowników zwijają z drutów, a właściwie mówiąc, z prętów żelaznych lub stalowych od 4 do 10, a nawet 12 milimetrów grubych. Cienkie druty są nieodpowiednie, bo łatwo rdzewieją i pękają, lina zaś, choćby tylko z jednym drutem pękniętym, nie

może już służyć jako kierownik. Przez tarcie grube druty mało się uszkadzają, chyba, że do klamry obchwytyjącej kierownik dostaje się woda z piaskiem.

Przy każdej klatce jest 3 albo 4 kierowniki (fig. 648 i 649). Przy czterech kierownikach liny powinny być umieszczone w ten sposób, aby wewnętrzne liny nie znajdowały się jedna naprzeciwko drugiej, jest to niezbędne dlatego, aby uniknąć wstrząśnięć, jakieby się mogły zdarzać przy spotkaniu się klatek, po środku głębokości szybu.

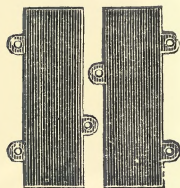


Fig. 648.

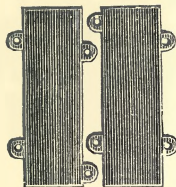


Fig. 649.

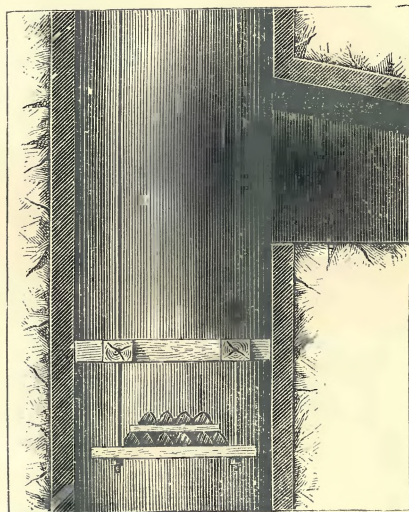


Fig. 650.

Liny dla kierowników" powinny być obciążone i dobrze naciągnięte."Obciążenie "wynosi od $1\frac{1}{2}$ do 4 ton na każdą linę. Zwykle urządzają kierowniki linowe w następujący sposób:

Poniżej podszybia liny przepuszczają przez otwory, zrobione w ramie z belek drewnianych, wywiercone na takiej odległości, jaką ma być odległość między linami (fig. 650), a pod tą ramą zawiesza się na linach pomost i nakłada na niego tyle ciężarów, aby liny były dobrze naciągnięte.

Nad szybem, powyżej górnego pomostu, linę przepuszczają naprzód przez belkę *a* (fig. 651 i 652), a potem owijają około półkola żelaznego *o*, przytwierdzonego do belki *a*. Owinąwszy półkole, na którego powierzchni jest rowek, lina przechodzi powtórnie przez belkę *a*, pod którą jest schwyconą klamrą.

Grube liny, złożone z grubych drutów, lepiej jest umocowywać następującym sposobem.

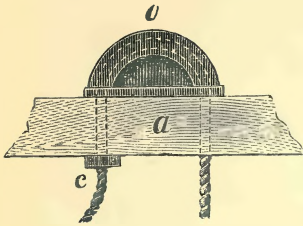


Fig. 651.

Przez belkę *a* (fig. 653 i 654) przechodzi sztaba żelazna *b*, zakończona u góry gwintem, na który nakręca się mutra. Pod belką *a*, sztaba *b* jest rozplaszczona i wygięta w ten sposób, że tworzy żłobek, w który wchodzi lina. Po włożeniu do niego liny, nakłada się na nią drugi taki sam żłobek



Fig. 652.

i obydwie żłobki obchwytyją się klamrami *c*, mocno ześrubowanymi.



Fig. 653.

U góry, nad szybem, trzeba mieć zawsze zapas liny, na wypadek jej rozerwania się, które czasami może się zdarzyć, jeżeli lina wyciągowa pęknie i klatka wpadnie do szybu. W podobnym wypadku klatka spadając, może rozerwać linę w dolnej części, potrzeba więc mieć możliwość linę przydłużyć.

Liny, chociażby najbardziej obciążone, zawsze mogą się wahać i te wahania będą tem większe, im szyb jest bardziej głębokim, dlatego też, przy kierownikach linowych, należy zostawiać większą przestrzeń między klatkami, aniżeli przy kierownikach drewnianych lub żelaznych. W Anglii, między klatkami przyjęto pozostawiać wolną przestrzeń nie węższą niż 40 ctm.

Z przyczyny wahaniasię lin na podszybiu i na górnym pomoście nadszybowym, powinny być kierowniki dodatkowe, któreby zmuszały klatkę zatrzymywać się w tem położeniu, w jakim ona się powinna znajdować, aby można było dogodnie wytoczyć z niej wozy pełne i wtoczyć próżne.



Fig. 654.

Przy klatkach przytwierdza ją się u góry i u dołu puszki, które obchwytyją linę. Puszka taka

składa się z dwóch części, które się ze sobą ześrubowują (fig. 655 i 656), tak, że lina może być z niej bardzo łatwo wyjęta. Otwór

w puszcze u dołu się rozszerza i w rozszerzoną część wkłada się gęsty smar.

W nowszych czasach w Anglii, między klatkami, zawieszają tylko dwie liny, które wcale nie przechodzą przez puszki, przytwierdzone do klatek.

Spadochrony. Spadochrony są to przyrządy, służące do zapobieżenia spadnięcia klatki na dno szybu, na wypadek pęknięcia liny.

Zbudować przyrząd, któryby był w stanie zatrzymać spadającą klatkę, nie jest łatwo, to też zadanie to po dziś dzień nie zostało rozwiązane zadawalająco, bo chociaż zbudowano bardzo wiele i bardzo rozmaitych tego rodzaju przyrządów, to jednak żaden z nich nie przedstawia dostatecznej gwarancyi dobrego działania.

Spadochron systemu Fontain'a.

Używa się tylko przy kierowniach drewnianych (fig. 657, 658 i 659), a rama górna klatki, do której są przymocowane boki, c mocna belka poprzeczna, na której końcach są przytwierdzone klamry, obchwytyjące kierowniki. Belka ta jest połączona z ramą a żelazem kątowem *v*, przez środek zaś tej belki przechodzi sztaba *b*, za pomocą której klatka przyczepia się do liny.

Pod ramą *a* jest przytwierdzona belka *n*, szczególnego kształtu, przedstawiona w planie na fig. 658. Główna sztaba *b* przechodzi i przez belkę *n*, a na jej końcu umieszczona jest mutra, nad którą znajduje się spiralnie zwinięta sprężyna *r*.

Pod belką *c* przytwierdzona jest krótka belka *s*, z której końcami są połączone ruchomo, jak na zawiasach ramiona *d*, zakończone zazębionymi nożami.

W razie pęknięcia liny spiralna sprężyna *r*, rozkręcając się,

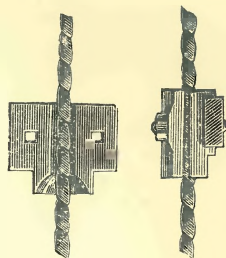


Fig. 655. Fig. 656.

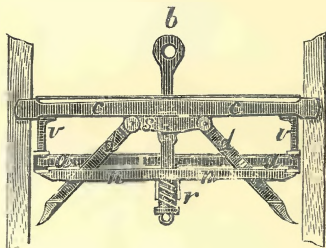


Fig. 657.



Fig. 658.



Fig. 659.

pociągnie główną sztabę *b* ku dołowi, drążki *d* roztworzą się i za-
zębionymi końcami wpiją się w kierowniki, tak że klatka zostanie
zawieszona między kierownikami.

Przy spadochronie systemu Fontain'a kierowniki muszą być
bardzo mocne, a poprzeczne belki, do których one są przybite, uło-
żone blisko jedno od drugich. Słabą stroną spadochronu Fontain'a
jest to, że zawsze można się obawiać pęknięcia drążków *d*.

Spadochrony klinowe. Spadochrony klinowe należą do najlep-
szych, wchodzi one coraz więcej w użycie i mogą być zastosowane
tak dobrze do kierowników drewnianych, jak i do kierowników że-
laznych. Urządzenie ich polega na tem, że między kierownikami *a*
i klatką *b* znajdują się żelazne kliny *c* (fig. 660 i 661), które za po-
mocą odpowiednio urządzonych drążków ze sprężynami, są odcia-

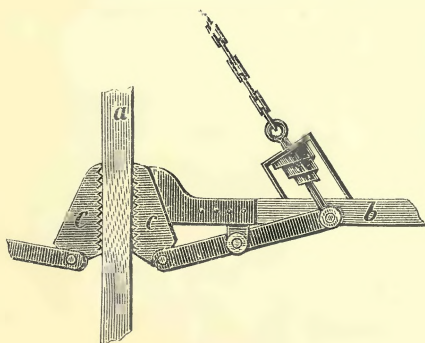


Fig. 660.

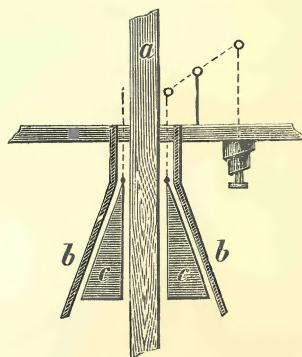


Fig. 661.

gane ku dołowi, lecz w razie pęknięcia liny, sprężyna wypycha
kliny *c* do góry, a klatka, spadając, jeszcze je bardziej zaciska. Przy
kierownikach drewnianych kliny od strony kierownika zlekka za-
zębnią (fig. 662).

Spadochron Solfrian'a do kierowników linowych. Urządzenie
jego polega na tem, że w razie pęknięcia liny, wszystkie 4 kierowni-
ki linowe zostają odrazu zgięte w ośmiu miejscach i klatka zatrzy-
muje się na tych zgięciach. Spadochron Solfrian'a urządzony jest
w następujący sposób (fig. 662 i 663):

Na każdym z dwóch przeciwnych boków klatki znajduje
się płyta żelazna *a*. Każda z tych dwóch płyt ma u góry i u dołu
podłużne szpary *b*, w które wchodzi czopy *c*, stale przytwierdzone
do wierzchniej i dolnej ramy klatki. Płyty *a* mogą się, na długość
dolnej szpary *b*, podnosić do góry i opuszczać na dół.

U góry, płyty a są połączone poprzeczną sztabą żelazną P , do której końców są przyłączone łańcuchy h , idące do liny wyciągowej, na której klatka jest zawieszona.

Każda płyta jest opatrzona czterema sztyftami s , wchodzącymi w ucha, zrobione na końcach czterech drążków d , których dru-

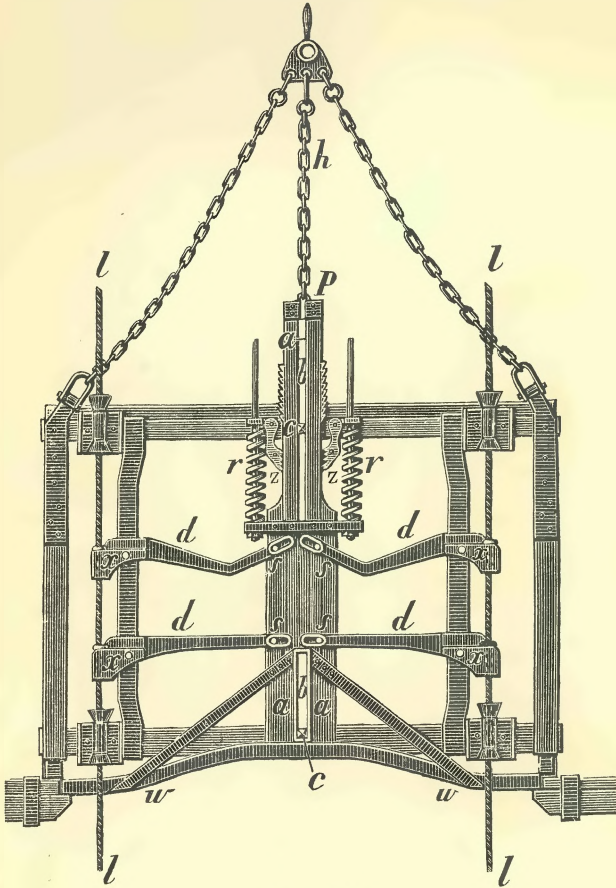


Fig. 662.

gie końce są przytwierdzone do boków klatki w ten sposób, że mogą się obracać około osi poziomej x .

Gdy płyta a opuszcza się na dół, końce drążków d , połączone z nią sztyftami, także się opuszczają, a przeciwległe końce drążków obracają się wtedy około osi x .

W drążkach d około osi x są zrobione otwory, przez które

przechodzą kierowniki linowe l . Gdy końce drażków d , osadzone na sztyftach s , opuszczają się na dół, liny l , służące jako kierowniki, które przechodzą przez otwory, zrobione w przeciwnych końcach tych drażków, zginają się i na nich tworzą się kolana, na których klatka się zatrzymuje (fig. 663).

Długość łańcuchów h jest w ten sposób uregulowana, że gdy klatka jest zawieszona na linie wyciągowej, płyty a są na takiej wysokości, że drażki d mają położenie poziome i kierowniki linowe przy podnoszeniu i opuszczaniu się klatki swobodnie przecho-

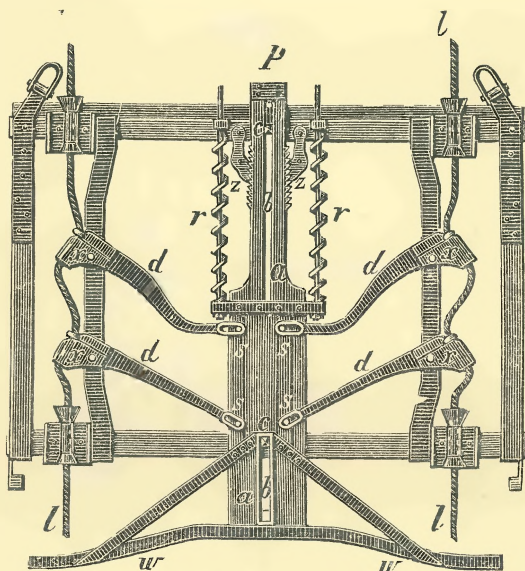


Fig. 663.

dą przez otwory w tych drażkach, lecz w razie zerwania się liny wyciągowej, płyty a , przy pomocy sprężyn r , opuszczają się na dół, a wraz z nimi opuszczają się końce drażków d , osadzone na sztyftach s . Drażki d przyjmują wtedy położenie ukośne, a kierowniki linowe się zginają i tworzą kolana, na których klatka się zatrzymuje. Dlatego zaś, aby, przy zatrzymywaniu się klatki na podchwytach, na podszybiu i nadszybiu, drażki d nie wychodziły z położenia poziomego i nie zatrzymywały klatki, płyty a opatrzone są u dołu ramami u , które zatrzymują się na podchwytach jednocześnie z klatką.

Dla zapobieżenia, aby, w razie pęknięcia liny, płyty a nie mogły się napowrót podnieść do góry, każda z płyt, w górnej części, jest z boków zazębioną i w te zazębienia wchodzi zębate kliny z , połączone z sobą poziomą sprężyną, zmuszającą zęby klinów wchodzić w zazębienia płyt.

Jak dowiodły doświadczenia, zrobione w tym celu, zgięcie kierowników linowych, jakie następuje w razie zerwania się liny wyciągowej, wcale ich nie uszkadza i kierowniki zaraz się same przez się wyprostowują, jak tylko klatka zostanie napowrót zawieszona na linie wyciągowej.

Gdy na kierownikach linowych, w razie pęknięcia liny wyciągowej utworzą się kolana, pomost, jaki jest do nich przyczepiony pod poziomem podszybia, wraz z leżącymi na nim ciężarami, które służą do obciążenia lin, podnosi się trochę do góry, co jednak nie ma żadnego szkodliwego wpływu na umocowanie kierowników.

Ogólne uwagi o spadochronach. Wszystkie spadochrony mają ten wielki niedostatek, że zwiększając czasami nawet dosyć znacznie, ciężar martwy, jaki lina podnosi, żaden zaś ze spadochronów, jakie po dziś dzień zbudowane zostały, nie wzbudza zupełnego zaufania.

Liczne doświadczenia przekonały, że spadochrony działają dosyć zadawalająco tylko wtedy, jeżeli zerwanie się liny następuje przy wyciąganiu klatki do góry i przytem, jeżeli lina rozerwała się tuż nad klatką, jeżeli zaś lina pęka przy opuszczaniu się klatki, działanie ich jest już o wiele mniej zadawalające. Zjawisko to objaśnia się następującym sposobem: jeżeli lina rozerwie się przy podnoszeniu się klatki, to wprzód aniżeli klatka zacznie spadać, musi nastąpić chwila, podczas której ona się zatrzyma, a ta przerwa w jej ruchu, już jest dostateczną, aby sprężyny zaczęły działać i aby spadochron pochwycił kierowniki. Działanie spadochronu będzie już znacznie słabsze, jeżeli lina pęknie w pewnej odległości od klatki, bo kawałek oderwanej liny, spadając na dach klatki, ciężarem swoim może ją zmusić opuścić się na dół. Jeżeli zaś rozerwanie się liny następuje przy opuszczaniu klatki, wtedy klatka odrazu zaczyna spadać z ciągle wzrastającą prędkością, siła więc sprężyn w spadochronie musi przewyciężyć powiększającą się wraz z prędkością żywą siłę, co jest zadaniem daleko bardziej trudnem.

Należy jeszcze zwrócić uwagę i na to, że spadochrony, działające momentalnie, które zatrzymują klatkę w jednej chwili, bynaj-

mniej nie zabezpieczają ludzi od nieszczęśliwych wypadków, jakie następują w razie zerwania się liny, bo wtedy ludzie, znajdujący się w klatce otrzymują, co najmniej, takie same uszkodzenia, jakiego otrzymali, gdyby upadli z taką samą prędkością na jakieś twarde ciało.

Nareszcie dają się słyszeć coraz częstsze narzekania, że tam, gdzie są spadochrony, ludzie zanadto im ufają i mniej zwracają uwagi na liny. Ponieważ jednak znane są liczne wypadki, w których spadochrony oddały prawdziwe usługi, nasze przepisy górnicze obowiązują kopalnie mieć spadochrony przy wszystkich tych klatkach, w których opuszczają się ludzie.

Nie należy jednak nigdy zapominać, że najlepszym spadochronem jest dobra i dobrze utrzymywana lina, której dolny koniec powinien być często obcinany i próbowany.

Podszybia. Chodnik kierunkowy lub przecznica, zbliżając się do szybu, zwykle się rozszerza i ta rozszerzona część nazywa się *podszybiem*. Podszybie jest stacyą, na której zatrzymują się pociągi wozów naładowanych, przychodzących z przodków i na której zestawiają pociągi z wozów próżnych, opuszczanych do szybu w klatkach i mających powrócić do przodków. Podszybie więc musi być przynajmniej tak szerokie, jak obydwie oddziały wyciągowe szybu, aby w niem można było ułożyć co najmniej podwójny tor kolejki.

W tych zaś razach, gdy podszybia są urządzone z dwóch przeciwległych stron szybu i połączone chodnikiem obwodowym, szerokość podszybia musi być jeszcze zwiększona o całą szerokość chodnika obwodowego.

Wysokość podszybia musi być także większa od wysokości chodników przewozowych. Przy jednopiętrowych klatkach wysokość podszybia musi być co najmniej równą wysokości klatki, a przy klatkach wielopiętrowych podszybia także robią dwu lub nawet czteropiętrowe.

Ponieważ wymiary podszybia są znacznie większe od wymiarów chodników przewozowych, a naprawa obudowy w podszybiach jest zawsze połączona z wielkimi trudnościami, obudowa więc ich musi być znacznie mocniejszą i trwalszą. Na fig. 664 przedstawione jest podszybie z oprawą drzewną, a na fig. 665 i 666 podszybie z oprawą murową. W skałach mało wytrzymałych oprawę drzewną urządza się w podszybiach sposobem wskazanym na

fig. 229, str. 179, tom 1. Przy oprawie murowej kapy najczęściej robią żelazne. Taką obudowę przedstawia fig. 270, str. 215, tom 1.

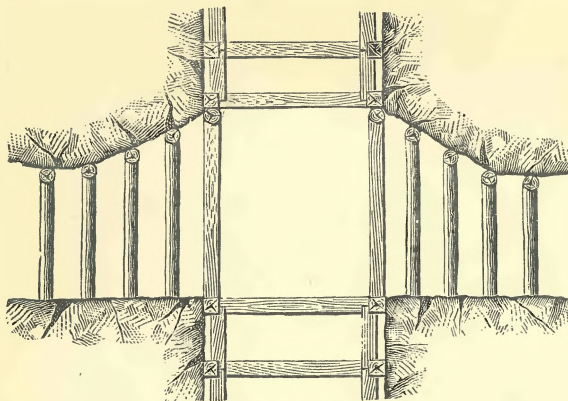


Fig. 664.

Podszybie musi być dostatecznie długie, aby przy manewrach z wozami i przy zestawianiu pociągów, wozy nie mogły wpadać do szybu. Często podszybia urządzą w ten sposób, że z jednej strony szybu przychodzą tylko pociągi z wozami naładowanymi, a z przeciwległej strony szybu jest drugie podszybie, na którym zestawiają pociągi z wozów próżnych.

W kopalniach rud, w których wyciąganie odbywa się beczkami, podszybia urządzą w ten sposób, że w chodniku, około samego szybu, robią wgłębienie takiej wysokości, jaka jest wysokość

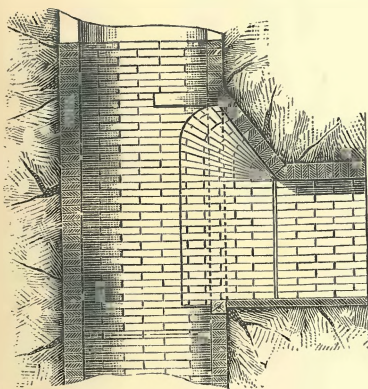


Fig. 665.

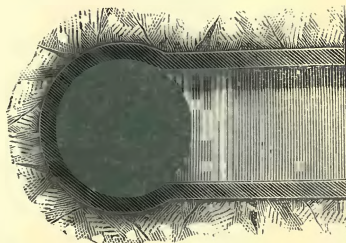


Fig. 666.

beczki (fig. 667) i tak szerokie, aby się w niem mieściły dwie obok siebie stojące beczki. Robotnik przyciąga hakiem opuszczają-

ca się beczkę próżną do wgłębienia i odczepiwszy ją od liny, przyczepia na jej miejsce beczkę pełną. Próżna zaś beczka napełnia się podczas wyciągania pełnej.

W Harcu, w kopalniach rud, podszybia urządzą jeszcze następującym sposobem: Podszybie składa się z dwóch części, górnej *a* i dolnej *b* (fig. 668 i 669). Dolna część *b* przedstawia chodnik, idący od szybu, w którego piętrze są ułożone pokrywające ten chodnik ukośnie ściosane kamienie *c*, a między temi kamieniami, na całej długości *b*, pozostawia się szparę cokolwiek węższą od szerokości wózka (fig. 669). Nad chodnikiem *b* podszybie się znacznie rozszerza i ta rozszerzona część u dołu jest ograniczona ukośnie ściętymi ścianami,

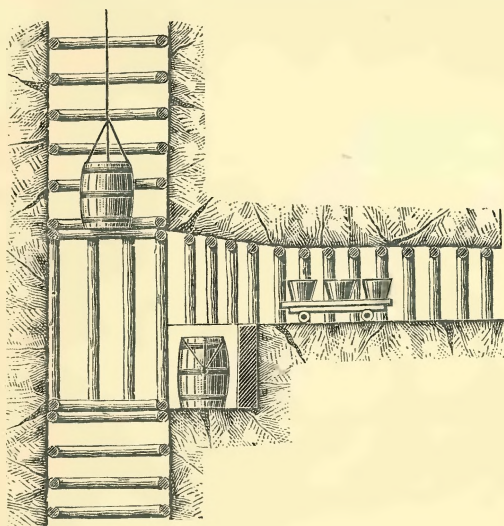


Fig. 667.

ułożonemi na sucho na kamieniach ciosowych *c*. Górna część podszybia *a* pozostawia się bez obudowy, służy ona jako skład, do którego zwalają rudę przywiezioną z przodków, a dlatego, aby ruda nie spadała do dolnego chodnika *b*, szparę między kamieniami *c*, pozostawioną w piętrze tego chodnika, zakrywają drewnianymi okrągłakami, ułożonemi w poprzek szpary.

Na połączeniu dolnego chodnika *b* z szybem, wyrobione jest wgłębienie dla beczek (fig. 668), w chodniku zaś *b* znajduje się wózek dla przewozu rudy, od składu do beczek. Wózek ten ma w krótkim boku klapę, otwierającą się na zawiasach. Gdy wózek potrzeba napełnić rudą, podsuwają go pod szparę i podnoszą jeden z okrągłaków *d*, któremi ona jest zakryta. Wypróżnianie wózka odbywa się otwierając klapę i ruda wysypuje się wtedy do beczek.

Podczas wyciągania, szyb zamyka się klapą *k* na zawiasach. Opuszczająca się beczka zsuwa się po tej klapie i zatrzymuje się w zagłębieniu dla niej zrobionem.

Zatrzymywanie klatek na poziomie pomostu nadszybowego i na podszybiu. Klatka z wozami naładowanemi, wycho-

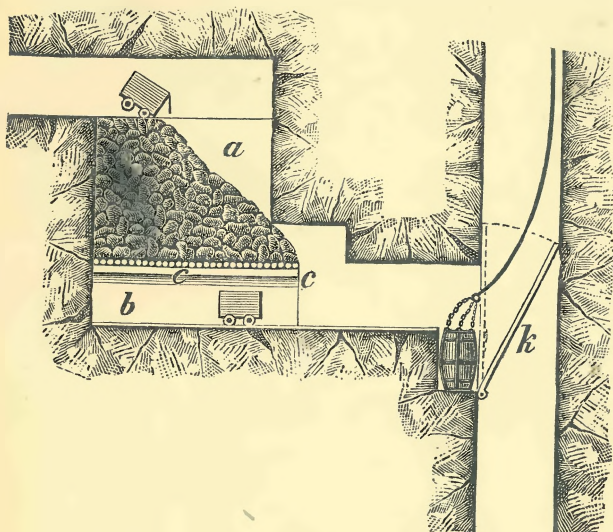


Fig. 668.

dząca z szybu, jak również i klatka z wozami pustemi, opuszczona do szybu, musi być zatrzymana na takim poziomie, aby dno klatki stanowiło przedłużenie relsów, ułożonych na pomoście nadszybowym, lub na podszybiu, inaczej wytaczanie wozów z klatki, jak również i wtaczanie do niej wozów byłoby niemożliwe, a przynajmniej połączone z bardzo znaczną stratą czasu.

W Anglii, a także i w niektórych miejscach w Westfalii, maszyniści doszli do takiej wprawy, że zatrzymują klatki na poziomie pomostu nadszybowego, wprost maszyną wyciągową, bez żadnych innych przyrządów. Nie wszyscy jednak maszyniści są tak wydoskonaleni, a wreszcie wytaczanie i wtaczanie wozów do klatki, wiszącej nad szybem, i niczem nie podpartej nie jest bezpiecznem i nie zawsze może być tolerowane, wszędzie więc prawie dla zatrzymywania klatek, na poziomie nadszybia, ustawiają od-

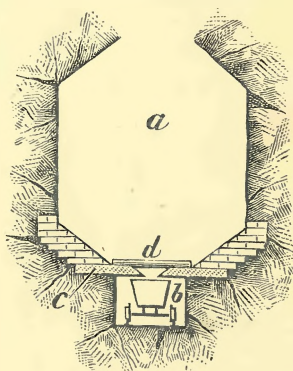


Fig. 669.

dzielne przyrządy, które wychodząca z szybu klatka sama otwiera i które po przejściu klatki zamykają się automatycznie.

Przyrząd z obracającymi się podchwytami. Przyrząd ten składa się z czterech podchwytów *a* (fig. 670), osadzonych po dwa na dwóch wałach, leżących z przeciwnych boków szybu. Podchwytów są tak osadzone na wałach, że mogą być postawione pionowo i poziomo. W położeniu poziomym podchwytów występują cokolwiek wewnątrz szybu, tak, że opuszczająca się klatka na nich osiada. Klatka, wychodząca z szybu, sama podnosi podchwytów, które po jej przejściu, opadają wskutek własnego ciężaru i przyjmują położenie pionowe.

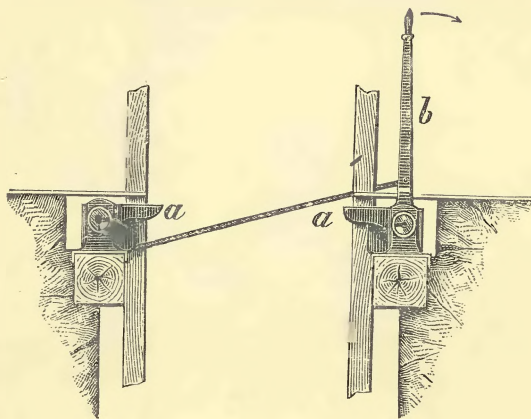


Fig. 670.

Dla przejścia zaś klatki opuszczającej się na dół, podchwytów muszą być podniesione za pomocą dźwigni *b*, który w takim razie należy przesunąć w kierunku wskazanym strzałką.

Tego rodzaju przyrządów z podchwytami jest bardzo wiele, wszystkie jednak mają ten wielki niedostatek, że klatka, stojąca na podchwytach, która ma być opuszczona do szybu, wprzód aniżeli zostanie opuszczona musi być podniesiona do góry, bo inaczej podchwytów otworzyć nie można. Takie zaś ciągle podnoszenie i opuszczanie klatki, oprócz tego że jest połączone z bardzo znaczną stratą czasu, wywiera jeszcze nadzwyczajnie zły wpływ na linę, która otrzymuje ciągle wstrząśnienia i bez potrzeby się zużywa. Szczególnie cierpi przy tem koniec liny, przyczepiony do klatki, znajdu-

jącej się na podszybiu, który wskutek tego musi być daleko częściej odcinany.

Nareszcie częste podnoszenie i opuszczanie klatki zużywa bez potrzeby siłę maszyny i znacznie zwiększa rozchód pary, co jest nadzwyczajnie ważne przy klatkach wielopiętrowych.

Z tych względów przyrządy z podchwytami, otwierającymi się do góry, dziś całkowicie wychodzą z użycia i zamieniają się przyrządami z podchwytami hydraulicznymi, lub też z podchwytami, które klatka, opuszczając się na dół, otwiera własnym ciężarem.

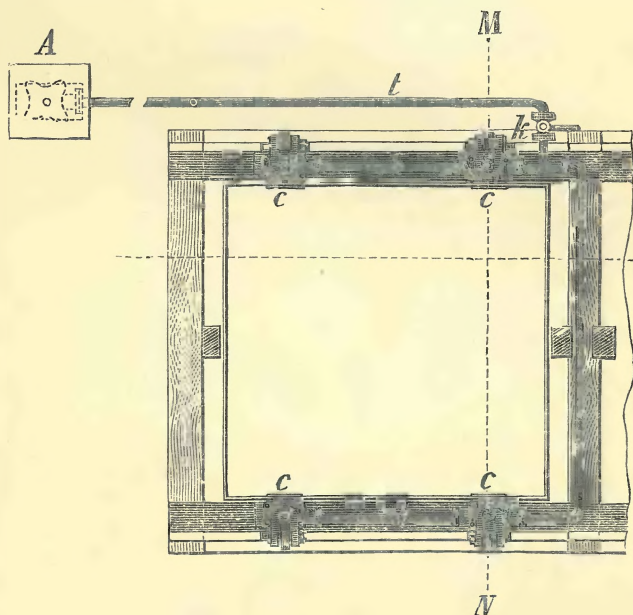


Fig. 671.

Przyrząd z podchwytami hydraulicznymi Frantz'a. Przyrząd ten przedstawiony jest na fig. 671, 672, 673, 674 i 675. Fig. 671 przedstawia przyrząd w planie, fig. 672 widok z boku, fig. 673 przekrój pionowy po linii *MN*, figura 675 podchwyt opuszczony na dół, a figura 674 podchwyt podniesiony do góry.

Przyrząd Frantz'a składa się z czterech rur pionowych *a* z dławnicami pakunkowymi, w które wchodzi 4 tłoki (fig. 672 i 673). Rury *a* są połączone z sobą rurami poziomymi *b*, które znowu za pomocą rury *t* z kranem *k* (fig. 671) łączą się z akumulatorem *A*. Kran *k* może być otwierany i zamykany za pomocą korby *r* (fig. 673).

Każdy z tłoków jest połączony z drążkiem dwuramiennym *c*, mogącym się obracać około poziomej osi *o*, umieszczonej w wierzchniej części tłoka (fig. 674 i 675).

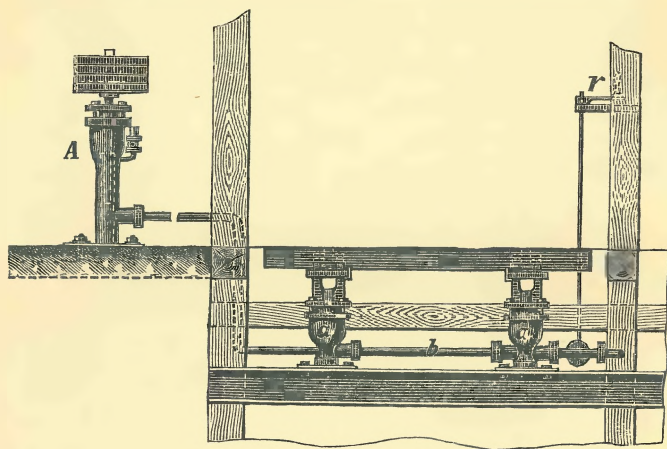


Fig. 672.

Dłuższy koniec drążka *c* podchodzi pod stale przymocowany czop *i*, drugi zaś krótszy koniec służy jako podchwyt, na którym zatrzymuje się klatka.

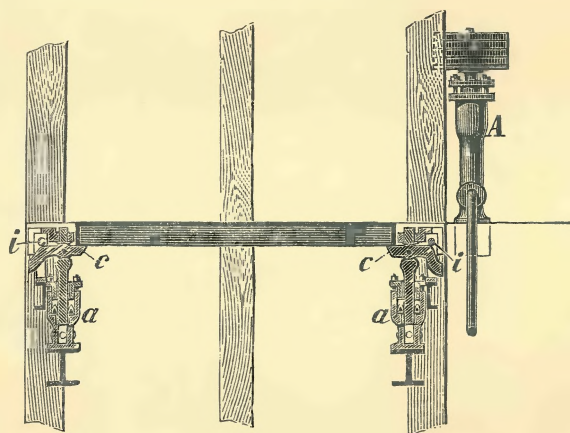


Fig. 673.

Przypuśćmy że kran *k* w rurze *t*, prowadzącej do akumulatora, jest zamknięty, woda w rurach *a* znajduje się pod tłokami *i* podchwyt *c* są w położeniu poziomem. Wychodząca z szybu

klatka podnosi do góry przednie końce drążków *c* (fig. 674), tworzących podchwyty. Po jej przejściu podchwyty opuszczają się własnym ciężarem i przyjmują napowrót położenie poziome (fig. 673). Opuszczająca się klatka osiada na podchwytach, a ponieważ kran *k* od akumulatora jest zamknięty, tłoki z podchwytami, będąc podtrzymywane przez wodę, wypełniającą rury *a*, nie mogą się opuścić. Gdy po wytoczeniu wozów naładowanych, klatkę trzeba napowrót opuścić do szybu, sygnalista otwiera zapomocą korby *r*, kran *k* (fig. 671 i 672) i tym sposobem łączący rury *a* z akumulatorem. Wtedy klatka ciężarem swoim wytłacza wodę z rur *a* do akumulatora *A*, tłoki w rurach *a* opuszczają się i podchwyty zaczynają opadać na dół, aż póki nie przyjmą położenia, wskazanego na fig. 675. Jak tylko klatka opuści się poniżej podchwytów, tłoki w rurach *a* pod ciśnieniem wody, wypełniającej akumulator, podnoszą się do góry i podchwyty *c*, zaczepiając o czopy *i*, przyjmą na-

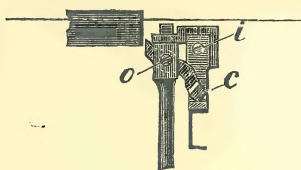


Fig. 674.

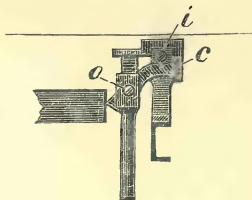


Fig. 675.

powrót położenie poziome, a gdy zamkną wejście do szybu, sygnalista zamyka kran *k* od akumulatora.

Cały przyrząd napęlnia się wodą zapomocą rurki z kranem, przechodzącej przez tłok akumulatora.

Jak widzimy, klatka stojąca na podchwytach hydraulicznych sama sobie otwiera podchwyty, może więc być zaraz po wytoczeniu z niej wozów opuszczoną na dół, bez uprzedniego podnoszenia jej do góry. Ztąd zaś wypływają następujące korzyści:

1. Znaczna oszczędność pary, bo dla uniesienia klatki z podchwytów, potrzebaby przynajmniej raz jeden napęlnić parą cylindry.
2. Wielka oszczędność czasu, któryby się tracił bez żadnej potrzeby na unoszenie klatki do góry li tylko dlatego, aby otworzyć podchwyty.

3. Bardzo się zaoszczędza lina, a także i maszyna wyciągowa.

Przyrząd z podchwytami Stauss'a (fig. 676, 677, 678, 679 i 680). Figura 676 przedstawia cały przyrząd w planie. Na fig.

677 i 678 przedstawiony jest widok z boku i plan podchwytu zamkniętego, a na fig. 679 i 680 widok z boku podchwytu otwartego. We wspólnej ramie *A* osadzone są dwa wały *B* i *C*. Do wału *B*, osadzonego niżej, jest przytwierdzona rękojeść *R*, którą przesuwają

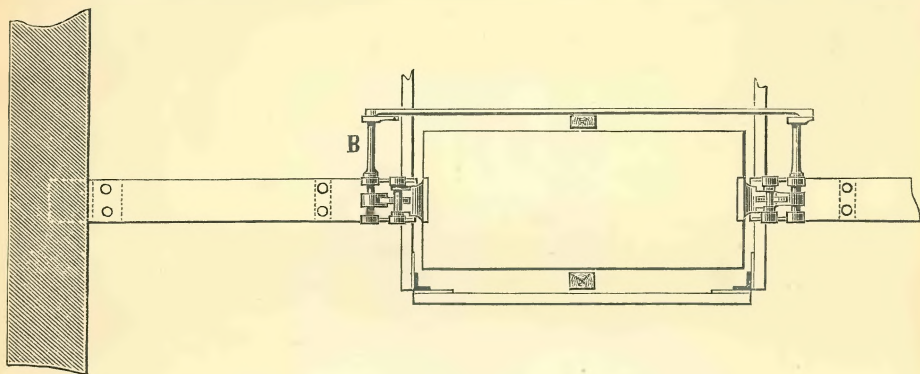


Fig. 676.

jąc można obracać wał *B* w jedną lub drugą stronę. Na wałe *C* osadzone są wewnątrz ramy *A* chomąta *a* w ten sposób, że przez otwór, zrobiony w górnym końcu chomąta *a*, przechodzi wał *C*, po-

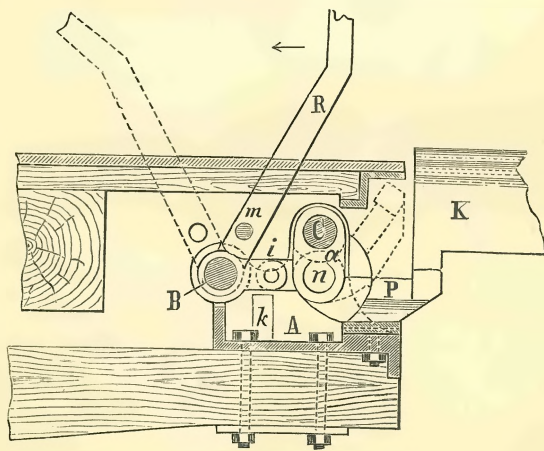


Fig. 677.

łączony nieruchomo z tym chomątem, a przez otwór, zrobiony w przeciwnym końcu chomąta *a*, przechodzi wał *n*, mogący wraz z chomątem *a* obracać się około wału *C* w ramie *A*.

Na wałe *n* jest osadzony podchwyt *P*, który może się obracać

około wała *n*, a prócz tego przy obracaniu się chomąta *a*, podchwyt *P* może się jeszcze przesunąć po pochylej płaszczyźnie *z*.

Na wale *n*, oprócz podchwytu *P*, osadzony jest jeszcze drążek *s*, połączony jak na zawiasie sworzniem *i*, z takim samym drążkiem *l*, osadzony nieruchomo na wale *B*.

Na fig. 677 i 678 podchwyt jest przedstawiony w położeniu, jakie on zajmuje, gdy wejście do szybu jest zamknięte, wtedy chomąta *a* znajdują się w takim położeniu, że one wiszą na wale *C*, wał więc *n* znajduje się pod wałem *C*. Wały zaś *B*, *n* z drążkami *l* *s*, połączonemi sworzniem *i*, znajdują się w jednej poziomej płaszczyźnie, a sworznień *i* leży na podpórce *k*.

Jeżeli teraz rękojeść *R* przesuniemy w kierunku wskazanym strzałką, do miejsca oznaczonego liniami kropkowanymi, sworznień *i* podniesie się do góry, drążki *l* *s*, utworzą kolano i pociągną pod-

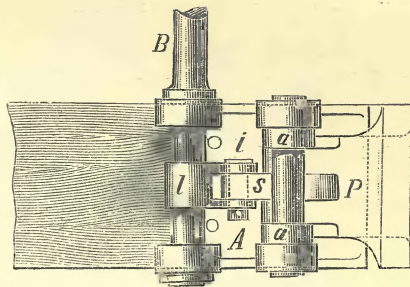


Fig. 678.

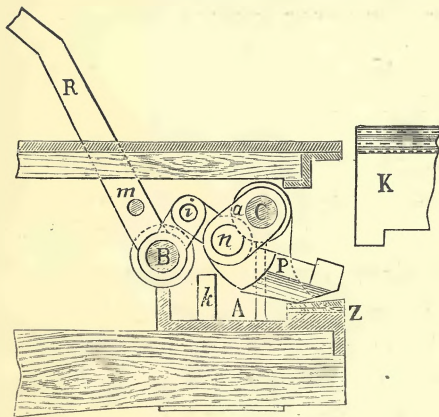


Fig. 679.

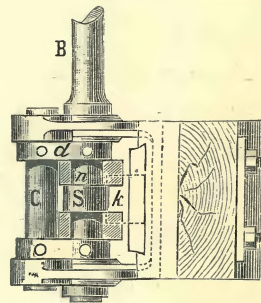


Fig. 680.

chwyt *P*, który przesunie się po pochylej płaszczyźnie *z* i przyjmie położenie, wskazane na fig. 679.

Przy takim położeniu podchwytu *P*, wejście do szybu jest otwarte i klatka *K* może być opuszczona na dół.

Po przejściu klatki sygnalista przesuną rękojeść *R* do jej po-

uderzenie klatki, połączone z mniej lub więcej znacznem wstrząśnieniem, które bardzo szkodliwie oddziałują na trwałość klatki, jak również i na trwałość znajdujących się w niej wozów, a szczególnie kół i osi. Dla zmniejszenia więc siły uderzeń, często podkładają pod belki sprężyny albo bufory gutaperkowe.

Sterne dla zmniejszenia siły uderzeń klatki zbudował przyrząd, przedstawiony na fig. 682.

Belki *a*, na których osiada klatka, przytwierdzają się do cylindrów *m* wewnątrz pustych, a u dołu otwartych, które się umieszczają pod belkami *a*, po rogach klatek. Cylindry *m* są wstawione w cylindry *n* także wewnątrz próżne i przymocowane za pomocą śrub do belek *b*, osadzonych nieruchomo. wewnątrz cylindrów *n* ułożone są naprzemian pierścienie kauczukowe *r* i stalowe *s*, na których leży płyta stalowa *d*, a na niej dopiero stoi cylinder *m*. Gdy klatka, opuściwszy się, uderzy w belkę *a*, umocowany pod nią cylinder *m*, pod ciężarem klatki, ściśnie pierścienie gumowe *r* i pograży się wewnątrz cylindra *n*. Siła więc uderzenia znacznie się zmniejsza, nie tylko wskutek sprężystości pierścieni gumowych, działających jak resory, ale jeszcze i wskutek sprężystości powietrza, zawartego w cylindrach *m* *n*, które przy osiadaniu górnego cylindra *m* zmniejszy swoją objętość.

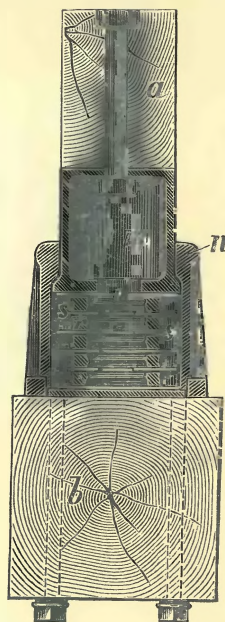


Fig. 682.

Przyrządy zabezpieczające klatkę od uderzeń o koła nadszybowe. Zdarza się, że przez nieuwagę maszynisty, klatka, wychodząca z szybu, zamiast być zatrzymana na poziomie pomostu nadszybowego, zostanie podniesiona do kół nadszybowych, lub też że maszynista, przez nieuwagę, zamiast opuścić klatkę na dół, podniesie ją do góry. W podobnych wypadkach klatka, uderzając z impetem o koła nadszybowe, może je skruszyć i sama się połamać, a ponieważ w tych razach prawie zawsze następuje zerwanie liny, klatka więc spada na dno szybu i łamie kierowniki, a często i belki przedziałowe. Dla zapobieżenia podobnym wypadkom zbudowano wiele przyrządów i przedsięwzięto bardzo wiele środków ostrożności.

Jeden z najprostszych środków polega na tem, że na pewnej wysokości nad pomostem nadszybowym, odległość między kierownikami, które są zawsze doprowadzone do wierzchu wieży, stopniowo zmniejszają, tak, że klatka, doszedłszy do tej wysokości zostanie ściśniętą przez kierowniki i musi się zatrzymać. Dlatego zaś, aby w razie pęknięcia liny klatka nie mogła upaść na dno szybu, w wieży, poniżej kół linowych, ustawiają przyrząd z podchwytami, które, klatka, podnosząc się, sama otwiera, i które, po jej przejściu, zamykają się automatycznie, tak, że klatka, która się oderwała, zatrzyma się na podchwytach.

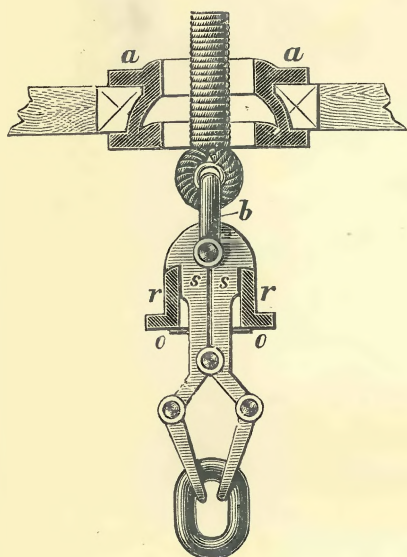


Fig. 683.

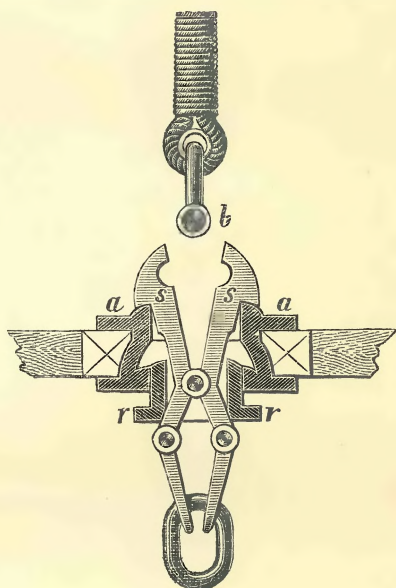


Fig. 684.

Drugi sposób polega na tem, że w wieży nadszybowej, w pewnej wysokości nad pomostem, umieszcza się drążek, połączony z przepustnicą pary do maszyny wyciągowej i z hamulcem maszyny. Jak tylko klatka doszedłszy do drążka zaczepi o niego, przepustnica zakrywa się i hamulec zacznie działać, tak że maszyna musi się zatrzymać.

Używają się jeszcze przyrządy, działające w ten sposób, że klatka, nie dochodząc do kół linowych, odczepia się od liny i spada na podchwyt. Tego rodzaju przyrząd przedstawiają fig. 683 i 684. Fig. 683 przedstawia przyrząd zamknięty, a fig. 684 przyrząd otwarty, gdy lina jest odczepiona.

Lina przepuszcza się przez pierścień żelazny a , umocowany nieruchomo na belkach w wieży nadszybowej, poniżej kół. Do końca liny przyczepione jest strzemie b ze sworzniem, który obchwytyją kleszcze s połączone łańcuchami, na których wisi klatka. Kleszcze s zamykają się zapomocą rury r , która je ściska. Dlatego zaś, aby się kleszcze nie mogły otworzyć, pod rurą r , przepuszczone są na wylot przez kleszcze s , miedziane lub stalowe sztyfty o dłuższe aniżeli średnica rury r , tak, że kołnierz rury na nich spoczywa.

Średnica rury r jest cokolwiek mniejsza, aniżeli średnica otworu w pierścieniu a , średnica zaś kołnierza przy rurze r jest większa od średnicy otworu w pierścieniu a .

Jeżeli klatka zostanie podniesiona powyżej poziomu normalnego, rura r wchodzi do pierścienia a , ponieważ zaś jej kołnierz nie może się pomieścić w otworze pierścienia, rura więc odetnie sztyfty o i zsunie się na dół. Kleszcze się wtedy otworzą, lina odcepi i klatka spadnie na podchwyty umyślnie w tym celu ustawione w wieży nadszybowej.

Zamykanie szybu. Dla zapobieżenia nieszczęśliwym wypadkom, szyb powinien być ogrodzony i wejście do niego zawsze zamknięte. Najprostsze zamknięcie przedstawia baryera żelazna, która się podnosi do góry, jak na zawiasach, lub przesuwana w kierunku poziomym. Takie jednak zamknięcie, jak praktyka dowiodła, nie jest jeszcze dostatecznym, bo wypadki wpadnięcia do szybu zdarzały się nawet i przy zamkniętej baryerze. Potrzeba więc, aby wejście do szybu było zamknięte drzwiczkami.

Drzwi otwierające się na zawiasach zastosowane być nie mogą, bo zajmują zbyt wiele miejsca, urządzają więc ramy, które klatka wychodząca z szybu sama podnosi do góry, a gdy klatka opuszcza się, rama opuszcza się razem z nią swoim własnym ciężarem. Tego rodzaju zamknięcie przedstawia fig. 685. Lekka rama a z płaskiego żelaza opatrzona jest na nogach czterema pierścieniami, które obejmują okrągłe pręty żelazne b , służące jako kierowniki dla ramy. U dołu ramy, po środku jej szerokości, przytwierdza się kawałek płaskiego żelaza zagiętego pod kątem prostym w ten sposób, że zagięta część wystaje wewnątrz szybu. Dach klatki wychodzącej z szybu zaczepia o wystającą sztabkę i podnosi ramę do góry, a gdy klatka zostanie opuszczona, rama opuszcza się własnym ciężarem.

Przyrząd ten jest bardzo dobry pod tym względem, że szyb

nie może być nigdy otwarty, rama jednak, otrzymując ciągle uderzenia, bardzo często się psuje.

Takież same podnoszące się i opuszczające ramy służą i do zamykania szybu na poziomie podszybia, z tą tylko różnicą, że do

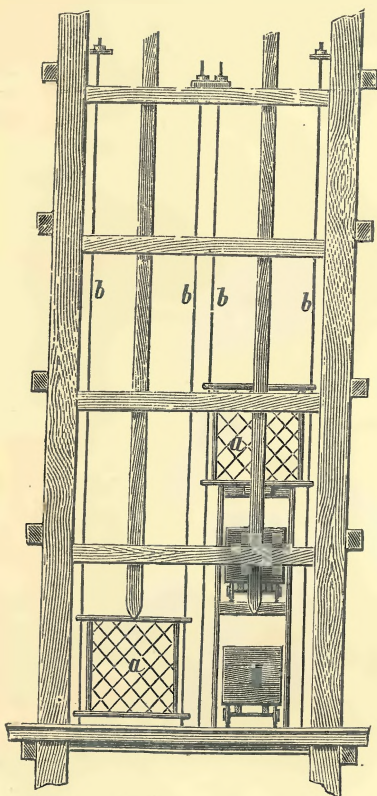


Fig. 685.

ramy przyczepiony jest łańcuch, przechodzący przez krążek, do drugiego końca którego przyczepia się przeciwwagę. Klatka, dochodząc do podszybia, zaczeplą albo za przeciwwagę i opuszcza ją na dół i w takim razie rama, zamykająca wejście do szybu, podnosi się do góry, albo też klatka zaczeplą za ramę, która razem z klatką opuszcza się na dół, a przeciwwaga podnosi się do góry. W pierwszym wypadku rama musi być cięższa od przeciwwagi, w drugim przeciwwaga cięższa od ramy.

Catrice zbudował przyrząd, w którym drzwiczki, zamykające wejście do szybu są połączone z tłokiem cylindra hydraulicznego, umieszczonego nad niemi, klatka, dochodząc do podszybia, ścisną sprężynę, wprawiającą w ruch przyrząd rozdzielnicy cylindra hydraulicznego. Woda podnosi tłok, a razem z nim i drzwiczki, zamykające szyb. Gdy klatka zostanie

podniesiona, przyrząd rozdzielnicy sam przez się wraca do pierwotnego położenia i tłok się opuszcza, a z nim i drzwiczki. Przyrząd ten jest ustawiony w kopalni Bruay w Pas-de-Calais we Francyi.

Zamykanie hermetyczne szybu. Jeżeli przewietrzanie kopalni odbywa się zapomocą wentylatora ssącego, który wyciąga zepsute powietrze z kopalni i jeżeli szyb, od którego idzie kanał do wentylatora, ma służyć jednocześnie jako szyb wyciągowy, w takim razie szyb musi być zamykany hermetycznie. W podobnych wypadkach zamykanie szybu urządza się zapomocą pokrywy ruchomej, w której jest zrobiony otwór dla liny i którą wychodząca z szybu klatka

sama podnosi do góry. Tego rodzaju urządzenie przedstawione jest na fig. 686. Górna część każdego z oddziałów wyciągowych, powyżej kanału powietrznego *a*, prowadzącego do wentylatora, jest wyłożoną dobrze dopasowanymi do siebie deskami *c*, tak, że tworzy skrzynię, która się zamyka dnem klatki, gdy ta ostatnia wyjdzie na powierzchnię ziemi. W górnej części tej skrzyni, u samego wylotu szybu, zrobiona jest przykrywa *b*, tworząca ruchomy pomost, przez środek którego przechodzi lina, wychodząca z szybu. Klatka podnosi pomost, który się opuszcza własnym ciężarem, po opuszczeniu się klatki. Ciężar pomostu zrównowaga się do pewnego stopnia przeciwwagą, która nie jest na rysunku pokazaną.

Dlatego, aby lina, przechodząc przez otwór w pokrywie nie zużywała się od tarcia, wycięcie w pokrywie robią większe i zakrywają go denkiem żelaznym, w środku którego jest umocowana rurka, rozszerzająca się u dołu i u góry, przez którą przechodzi lina. Między bokami wycięcia i denkiem pozostawiona jest wolna przestrzeń, tak, że gdy lina się waha, denko może się przesuwąć.

Dno klatki musi być tak dobrze dopasowane, aby mogło służyć za przykrywę, gdy pomost jest podniesiony do góry.

Wszystkie jednak tego rodzaju urządzenia wypełniają swoje zadanie tylko częściowo, bo strata powietrza jest zawsze bardzo znaczna.

Zamykanie szybów podczas ich pogłębiania. Przy pogłębianiu szybu w Königsgrube na Górnym Szląsku urządzono bardzo dobre ogrodzenie, połączone z pomostem ruchomym, tak, że wejście do szybu zawsze było zamknięte. Urządzenie to przedstawia fig. 687. Cały wylot szybu pokrywa się balami, pozostawiając tylko taki otwór, jaki jest niezbędny do przejścia beczki. Otwór jest we-

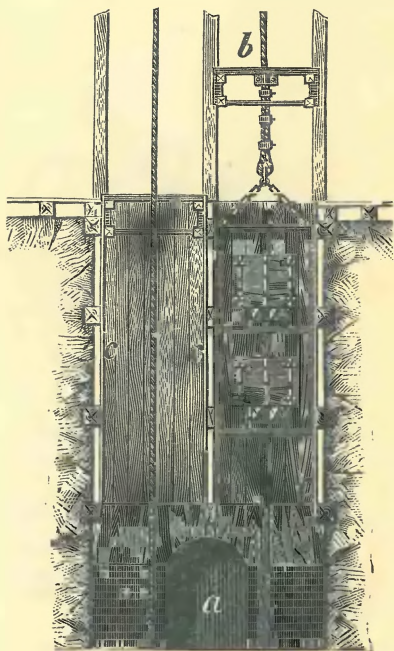


Fig. 686.

wnątrz wyłożony deskami, które tworzą skrzynkę stopniowo ku dołowi się rozszerzającą, aż do wymiarów, jakie ma oddział wyciągowy.

Wylot oddziału wyciągowego zakrywa wózek *w*, przedstawiający pomost, poruszający się na relsach *a*, ułożonych nad szybem. Z jednej strony szybu, naprzeciwko wózka *w*, zrobione jest takie same ogrodzenie, składające się z kolumnek *p*, złączonych poprzecznymi sztabami żelaznymi. Naprzeciwko tego ogrodzenia na samym wózku *w*, zrobione jest takie same ogrodzenie z kolumnek żelaznych *s*, połączonych poprzecznymi sztabami. Do kolumn *s* są przytwierdzone

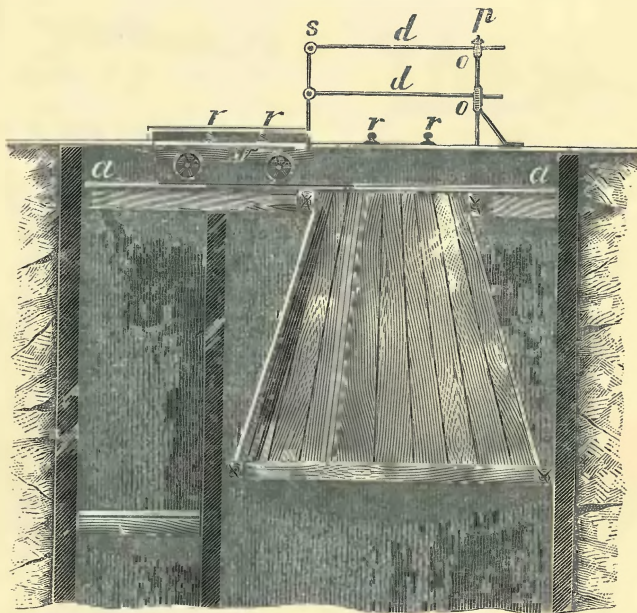


Fig. 687.

pręty żelazne *d*, których końce wchodzą w otwory *o*, zrobione w kolumnach *p*. Pręty *d*, swobodnie przechodzą przez otwory *o*, tak, że nie przeszkadzają toczeniu się wózka *w* w jedną lub drugą stronę.

Na fig. 687 cały przyrząd jest przedstawiony w chwili, gdy beczka ma wychodzić z szybu. Wejście do szybu jest otwarte, ale przystęp do niego zagrodzony z trzech stron baryerami, a z czwartej wózkiem *w*. Gdy beczka wyjdzie z szybu, przesuwają wózek *w*, po relsach *a*, tak, aby kolumna *s* doszła do kolumny *p*, zamykając całkowicie wylot szybu. Następnie beczkę wiszącą nad szybem, opuszczają na wózek *w* i, odczepiwszy ją od liny, odwożą po rel-

sach r r na zwał. Próżną zaś beczkę przyczepiają do liny, podnoszą cokolwiek do góry i odsunawszy wózek w , opuszczają do szybu.

Wytaczanie wozów z klatek. Podszybie, pomost nadszybowy, a także i same klatki powinny być tak urządzone, aby zamiana w klatkach wozów naładowanych na próżne odbywała się z możliwą szybkością, bo najmniejsza strata czasu, jeżeli się tylko będzie powtarzać przy opuszczaniu i podnoszeniu każdej klatki, znacznie zmniejszy wydajność każdego szybu, a przez to bardzo może zwiększyć koszty wydobywania.

Najlepsze urządzenie jest takie, przy którym z jednej strony klatki wytaczają się wozy naładowane, a ze strony przeciwnej wstawiają wozy próżne. Dla ułatwienia i przyspieszenia tej roboty często bardzo poosiłkują się oddzielnymi przyrządami, umyślnie do tego celu zbudowanymi.

W kopalni węgla Standard w Pensylwanii, na pomoście nadszybowym, umieszczony jest cylinder parowy z tłokiem. Jak tylko klatka wyjdzie z szybu, wpuszczają parę do cylindra i tłok wypycha do klatki wozy próżne, które są zawczasu przygotowane i które wypychają z klatki wozy naładowane.

W niektórych kopalniach dno klatki urządza się w ten sposób, że ono może się obracać około osi poziomej, umocowanej wzdłuż tego boku klatki, z którego wytaczają się wozy naładowane, a jednocześnie podchwyty na stronie przeciwległej robią cokolwiek wyższe, tak, że gdy klatka stanie na podchwytach, dno jej cokolwiek się nachyla i wozy wytaczają się automatycznie, a przynajmniej do ich wytoczenia potrzeba użyć bardzo niewielkiej siły. W ten sposób są urządzone klatki w kopalniach węgla w Anzin, w północnej Francji.

W kopalniach węgla Clifton w Nottingham nie tylko dno klatki, ale i część pomostu nadszybowego może być w każdej chwili nachyloną. Tam, gdy klatka wyjdzie z szybu, robotnik, podający wozy próżne, przesuwając drążek, nachyla, za pomocą przyrządu działającego ciśnieniem wody, pomost, na którym stoją wozy próżne (fig. 688), a jednocześnie dno klatki, które może się obracać około osi poziomej, natrafia przy osiadaniu na przeszkodę i także się nachyla, wskutek czego wozy naładowane wytaczają się z klatki automatycznie.

Dla zaoszczędzenia czasu należy się jeszcze starać, aby tak na podszybiu, jak i na pomoście nadszybowym dostęp do szybu był

ze wszystkich stron otwarty, całe zaś podszybie i pomost nadszybowy powinny być wyłożone płytami z lanego żelaza.

Można jeszcze znacznie zwiększyć wydajność szybu, używając klatki dwupiętrowe i urządając podszybie i pomost nadszybowy w ten sposób, aby wyładowywanie klatki odbywało się jednocześnie na dwóch poziomach, tak, aby wszystkie wozy z obu pięter klatki były od razu wytoczone. Figura 689 przedstawia podszybie urządzone do klatek dwupiętrowych, których wyładowywanie odbywa się jednocześnie na dwóch poziomach.

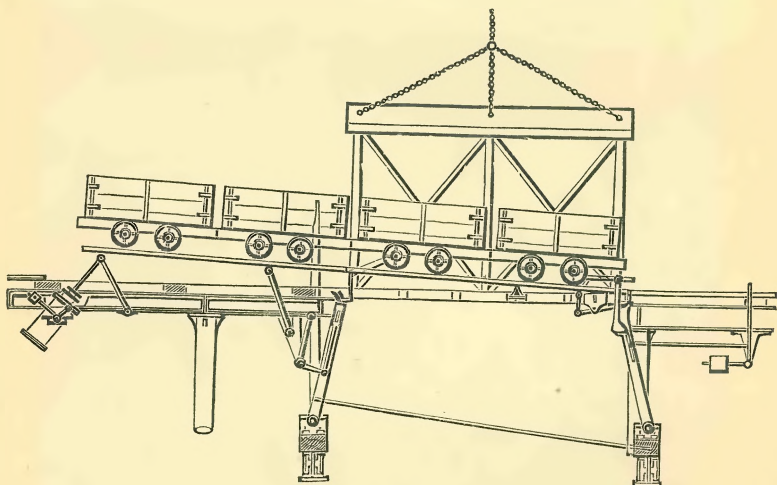


Fig. 688.

Podszybie ma dwa piętra, których wysokość jest równą wysokości pięter w klatce. W pewnej odległości od szybu urządza się koło hamulcowe *a*, zapomocą którego część wozów naładowanych, przychodzących z przodków opuszcza się na dolne piętro i tam wstawia się w dolne piętro klatki. Wozy próżne, wytoczone z dolnego piętra klatki, podnoszą się na górne piętro ciężarem opuszczających się wozów naładowanych.

Sygnały. Ludzie znajdujący się na podszybiu, a także i ludzie znajdujący się na pomoście nadszybowym, powinni mieć zawsze możność skomunikowania się z maszynistą, aby go mogli w każdej chwili zawiadomić, jaki ruch należy dać klatce. Do tego celu służą odpowiednio zorganizowane sygnały.

Przyrządy do sygnalizowania urządzą w rozmaity sposób. W szybach nie bardzo głębokich, przez całą głębokość szybu prze-

prowadzają linkę drucianą lub drut, idący od młotka żelaznego, znajdującego się na poziomie pomostu nadszybowego. Umówiona liczba uderzeń młotka wskazuje manewr, jaki maszynista ma wykonać z klatką.

Sygnał dany z dołu, robotnik znajdujący się na pomoście nadszybowym powtarza maszyniście, mówiąc do niego przez rurę blaszaną, idącą do komory maszynowej. Tego rodzaju sygnały, jakkolwiek bardzo często używane, nie są dobre, ponieważ linka lub drut, wskutek częstego użycia, może się przerwać w chwili dawania sygnału, co może spowodować bardzo smutne następstwa.

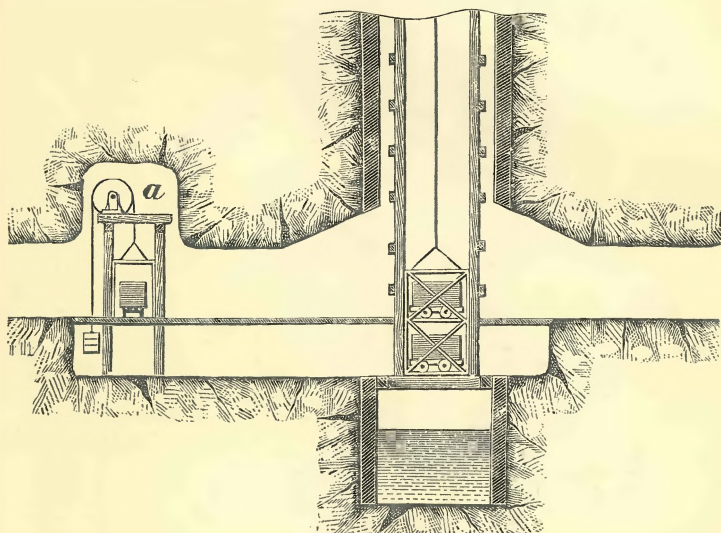


Fig. 689.

Lepsza daleko sygnalizacya jest zapomocą pręta żelaznego. Przez całą głębokość szybu przeprowadzają dosyć gruby pręt żelazny, w który robotnik, dający sygnał, uderza pewną umówioną liczbę razy.

Ostatniemi czasy coraz częściej wchodzi w użycie sygnały elektryczne, do czego służą elementy suche, lub też aparaty indukcyjne. Dziś używane sygnały elektryczne są zupełnie dobre i całkowicie odpowiadają swojemu celowi, na wypadek jednak zepsucia się przyrządu, należy mieć możność dania sygnału innym sposobem.

Oprócz sygnałów, jakie daje sygnalista z podszybia, niezbe-

dną jest rzeczą, aby ludzie, opuszczający się lub podnoszący się w klatkach, mogli w każdej chwili dawać sygnały z każdej głębokości szybu. Sygnalizację tego rodzaju urządzają w rozmaity sposób. W kopalniach w Anzin, w północnej Francji, z jednej strony klatki umocowują krążek ze żłobkiem, przez który przechodzą dwa druty, przeprowadzone przez całą głębokość szybu, w odległości 20 ctm. jeden od drugiego. Wewnątrz zaś klatki znajduje się przyrząd, za pomocą którego, w każdej chwili, jakkolwiek byłaby prędkość ruchu klatki, można te druty połączyć z sobą i tym sposobem wprowadzić w ruch przyrząd sygnalizacyjny.

Oprócz sygnałów, dawanych z podszybia i z klatki, powinny być jeszcze sygnały, wprowadzane w ruch przez samą maszynę wyciągową, któreby dawały znać maszyniście o przybliżeniu się klatki do pomostu nadszybowego. Przedewszystkiem więc na linie powinien być zrobiony w odpowiednim miejscu znak kredą lub farbą białą. Dlatego zaś, aby znak ten był widoczny, lina powinna być dobrze oświetlona za pomocą reflektora.

Następnie przy każdej maszynie wyciągowej powinny być dzwonki. Takich dzwonków bywa jeden lub dwa, a czasami trzy. Jeden z nich daje znać o zbliżaniu się klatki, drugi o odejściu, a trzeci alarmuje, gdy klatka zostanie podniesiona do wieży powyżej poziomu normalnego.

Nareszcie maszynista powinien mieć ciągle przed oczyma model wnętrza szybu, na którym mógłby widzieć, w każdej chwili, położenie klatek w szybie. W tym celu do wała maszyny, na którym są osadzone bębny, przytwierdzają wałek żelazny, mający kształt podwójnego stożka. Na tych stożkach nawijają w dwie przeciwne strony dwa sznurki w ten sposób, że, gdy wałek się obraca, jeden ze sznurków nawija się na stożek, a drugi z niego się rozwija. Sznurki przechodzą przez dwa małe krążki, umieszczone w górnej części przyrządu, a do ich końców przyczepiają się ciężarki. Ciężarki te podnoszą się i opuszczają około deski pomalowanej na czarno, która przedstawia przecięcie szybu w małej skali. Ruch ciężarków jest zupełnie identyczny z ruchem klatek w szybie. Jeżeli więc na desce będzie oznaczony poziom nadszybia i podszybia, to maszynista, patrząc na deskę, będzie widział, w każdej chwili, położenie obudwu klatek w szybie.

Wyładowanie i dalszy przewóz wydobytego minerału. Klatki z wozami naładowanymi, wychodzącymi z szybu, powinny się zatrzymywać na takiej wysokości nad poziomem ziemi, aby wy-

dobyty minerał mógł być wprost zsypywany do wagonów kolei żelaznej. W tym celu budynek nadszybowy powinien być dostatecznie wysokim i mieć dwa pomosty nadszybowe, z których jeden na powierzchni ziemi, a drugi w pewnej nad nim wysokości. Dolny pomost służy dla dostawy materiałów, niezbędnych do odbudowy; z tego pomostu opuszcza się do kopalni drzewo do obudowy, żywność dla koni i inne materiały. Na tym pomoście wylewa się także woda z kopalni, jeżeli odlew odbywa się klatkami za pomocą maszyny wyciągowej. Górny zaś pomost służy do dalszego przewozu minerału, wydobywanego w kopalni. Pomost ten wyścielają płyty z lanego żelaza i po nim wydobyty minerał przewożą do miejsca, gdzie następuje jego wyładowanie.

Wozy wychodzące z kopalni, wyładowują jednocześnie w kilku miejscach, wszystkie te jednak miejsca powinny się znajdować blisko siebie, tuż obok szybu, a przynajmniej w jaknajmniejszej od niego odległości, aby opróżnione wozy mogły wracać jaknajprędzej do kopalni. Na tę okoliczność należy zwracać szczególną uwagę, bo brak wozów próżnych zatrzymuje roboty w kopalni.

Tam, gdzie miejsca wyładowania wozów znajdują się daleko od szybu, urządzają przewóz mechaniczny za pomocą liny lub łańcucha bez końca. W kopalni Wiendahlsbank w Westfalii, gdzie przewóz odbywa się za pomocą łańcucha bez końca, łańcuch jest opatrzone w haki (fig. 554, str. 78), które zaczepiają automatycznie za pierścienie, wiszące u dna wozów i służące do łączenia ich w pociągi. Gdy hak wejdzie w pierścień, wóz zaczyna się posuwać razem z łańcuchem. Około miejsca, gdzie następuje wyładowanie wozów, kolejka podnosi się cokolwiek do góry i wózek, doszedłszy do najwyższego punktu, stacza się z równi pochyłej swoim własnym ciężarem; a ponieważ prędkość wozu, staczającego się z równi pochyłej, jest większą od prędkości łańcucha, wóz więc odczepia się od łańcucha automatycznie.

Wywroty. Wozy, wytoczone z klatek, muszą być natychmiast wypróżnione i opuszczone napowrót do kopalni. Wypróżnianie wozów, w kopalniach węgla, odbywa się zawsze automatycznie, za pomocą przyrządów, zwanych *wywrotami*.

Wywroty przedstawiają bębny lub ramy żelazne różnego kształtu, zbudowane w ten sposób, że jak tylko wóz naładowany będzie w nie wstawiony, bęben lub rama, wskutek odpowiedniego umieszczenia środka ciężkości, natychmiast się wywraca, a po wypróżnieniu wozu przyjmuje pierwotne położenie.

Wywroty mogą być dwojakie: jedne, które przy wywracaniu się robią obrót około osi równoległej do osi kół u wozu, to jest w stronę krótkiego boku wozu i drugie, które się wywracają w stro-

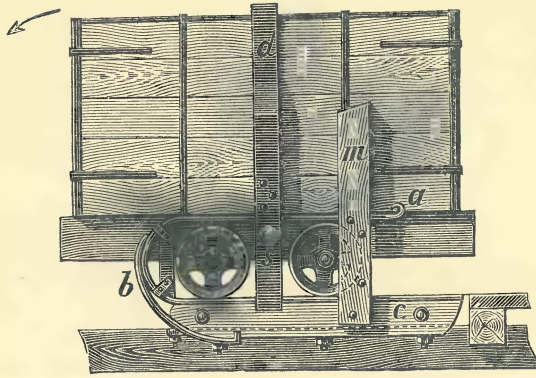


Fig. 690.

nę długiego boku wozu, to jest robią obrót około osi prostopadłej do osi kół.

Wywrot pierwszego rodzaju przedstawia fig. 690 i 691. Wóz naładowany wtacza się w ten sposób, że koła jego wchodzą do ramy *a b c* (fig. 690). Rama *a b c* może się obracać na czopach *s s*, a ponieważ środek ciężkości wozu, naładowanego wraz z ramą leży

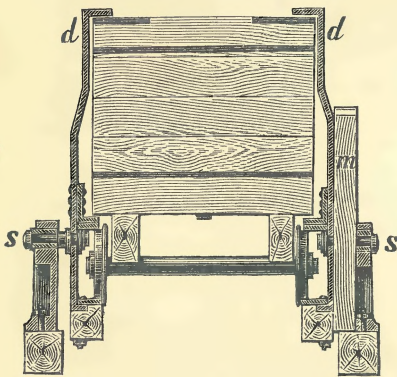


Fig. 691.

nad czopami, wóz za najmniejszym poruszeniem wywraca się w kierunku, wskazanym strzałką. Pas żelazny *d* służy do podtrzymania skrzynki wozu, belka zaś *m* nie pozwala wywrotowi przechylić się dalej jak do pewnej granicy.

Tego rodzaju wywroty mają ten wielki niedostatek, że przy każdym wywróceniu wóz otrzymuje dwa uderzenia, jedno gdy jest przewrócony do góry kołami, bo wtedy belka *m* uderza o przeszkodę, nie pozwalającą ramie *a b c* dalej się przechylać, a drugi raz, gdy rama *a b c* uderza o przeszkodę, przyjmując pierwotne położenie.

Wywroty drugiego rodzaju, obracające się około osi prostopadłej do osi kół, nazywają się *wywrotami kołowemi*, ponieważ wywracając się, opisują całkowity okrąg koła.

Wywrót kołowy (fig. 692 i 693) przedstawia bęben, złożony z dwóch pierścieni *a* i *b* połączonych dwoma parami sztab z żelaza kąтового, z których dolna para służy jako relsy, na które wtacza się wóz, a górna para podtrzymuje skrzynkę wozu przy wywracaniu. Pierścień *a* osadzony jest na dwóch kółkach *r r*, po których się

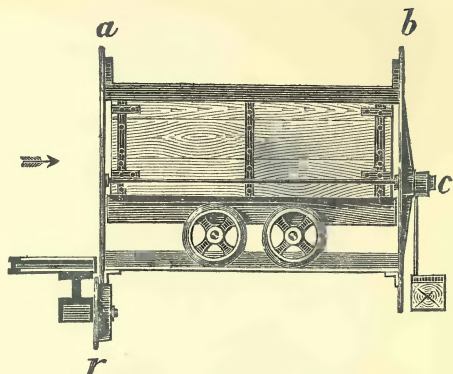


Fig. 692.

ślizga przy obracaniu się bębna, a pierścień *b* ma trzy szprychy łączące się w samym środku pierścienia w czop *c*, osadzony w łożysku. Na tym czopie i na kółkach *r r*, bęben może się obracać razem z wstawionym w niego wozem, a ponieważ robi on całkowity obrót, wywracanie więc odbywa się bez uderzenia.

Wywroty kołowe szczególnie nadają się do wozów długich i wązkich, które trudno byłoby wywracać około osi poprzecznej.

Wywrót przedstawiony na fig. 692 i 693 jest pod tym względem niedogodnym, że wejście do bębna jest tylko z jednej strony wywrotu, wtaczanie więc i wytaczanie wozów jest połączone ze znaczną stratą czasu. Dla

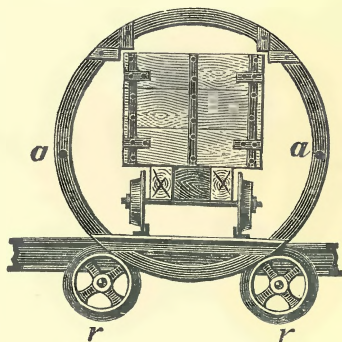


Fig. 693.

zapobieżenia temu, często pierścień *b* osadzają na takich samych kółkach, jak i pierścień *a*, tak, że wejście do bębna jest z obydwóch stron i wtedy wóz pełny, wchodząc do wywrotu, wypycha wóz próżny.

Wywroty przenośne. Jeżeli wywrót jest stale przytwierdzony, w takim razie po naładowaniu każdego wagonu kolejowego, wagon ten należy odsunąć, a na jego miejsce przysunąć inny, próżny. Aby więc uniknąć ciągle powtarzającego się przesuwania wagonów kolejowych, urządza się wywroty przenośne. W tym celu wywroty kołowe ustawiają na platformach, opatrzonych czterema kołami, poruszającymi się po relsach, ułożonych w wycięciach, zrobionych w pomoście, na który podnoszą z szybu wózki naładowane.

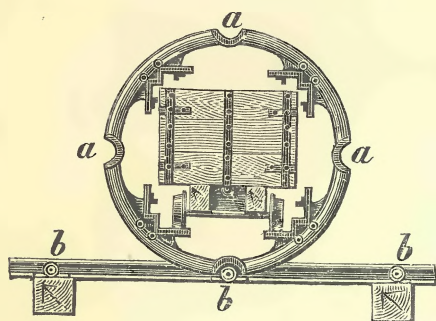


Fig. 694.

Zamiast ustawiać wywrót na platformie, można go jeszcze urządzić w ten sposób, że pierścienie wywrotu będą jednocześnie służyły jako koła, na których on może toczyć się po relsach. Taki wywrót przedstawia fig. 694. Półokrągłe wycięcia w pierścieniach służą do tego, aby zatrzymać wywrót przed tym torem kolei, na którym stoją wózki, mające

być wypróżnionymi. W wycięcie to wchodzi czop, umocowany prostopadle do relsów. Po wypróżnieniu wozu, robotnik odwraca wywrót do pierwotnego położenia, albo też toczy go jeszcze na pół obrotu i ustawia naprzeciw drugiego toru kolejki. Te wywroty są pod tym względem dogodne, że nie potrzebują smarowania.

Wywroty w kopalniach węgla ustawiają w jednym wspólnym budynku, którego wymiary są zastosowane do produkcji kopalni. W górnym piętrze budynku ustawiają wywroty, a w dolnym, z dwóch stron zupełnie odkrytem, układają kilka torów kolei żelaznej, które się łączą za pomocą zwrotnic z głównym torem drogi, tak, że wagony kolejowe mogą być podstawiane wprost pod otworami, nad którymi znajdują się wywroty. Dlatego zaś, aby węgiel zsypywany do wagonów, nie bardzo się rozkruszał, pod każdym z wywrotów znajduje się pochyły żłób, po którym węgiel stacza się do wagonu. Dolny koniec tego żłobu umocowany jest na zawiasach w ten sposób, że można go dowolnie, stosownie do potrzeby, podnosić lub opuszczać. Gdy wagon jest próżny, żłób opuszcza się tak, że koniec jego sięga prawie do dna wagonu, w miarę zaś, jak wagon się na-

pełnia, koniec żłobu podnoszą do góry. Dla ułatwienia podnoszenia i opuszczania żłobu ciężar jego jest zrównoważony przeciwwagą.

Przesuwanie wagonów kolejowych. Wagony po ich naładowaniu, muszą być odsunięte, a na ich miejsce przysunięte wagony próżne. Przesuwanie wagonów, przy niewielkiej produkcji, odbywa się przy pomocy ludzi lub koni, w niektórych zaś kopalniach używają do tego celu wołów; przy większej jednak produkcji dogodniejsze i tańsze są maszyny parowe. Najlepsze są małe maszynki parowe z bębniem, na który się nawija lina. Ustawiają ich na platformie poruszającej się po relsach, ułożonych wpoprzek torów kolei żelaznej. Zapomocą takiej maszynki można nie tylko przesuwąć wagony wzdłuż toru, ale jeszcze przewozić je z jednego toru na drugi i zestawiać w pociągi.

Dla przesuwania wagonów służą jeszcze i małe lokomotywy, których użycia nie można jednak bardzo zalecać, ponieważ one zagrażają bezpieczeństwu ludzi, zajętych przy ładowaniu i przesuwaniu wagonów.

Składy węgla. Do wagonów zsypuje się ten tylko węgiel, który ma być zaraz wywieziony, zdarza się jednak, że dla braku wagonów lub innych przyczyn węgiel nie może być zaraz wywieziony, dlatego też zawsze należy mieć miejsce, na którym można byłoby urządzić składy zapasowe. W tym celu na wysokości pomostu nadszybowego urządzają pomosty na słupach, ciągnące się daleko po za budynek nadszybowy. Na tych pomostach układają kolejkę dla wózków kopalnianych i wywroty, za pomocą których węgiel zsypuje się wprost na ziemię. Pomosty takie budują wzdłuż toru kolei żelaznej, a dla ułatwienia ładowania wagonów poziom, na który zsypuje się węgiel, powinien się znajdować na większej wysokości nad torem kolei żelaznej, aniżeli wysokość wagonów.

Słupy dla pomostów, a także i wszystkie podpory lepiej robić żelazne, ponieważ żelazo jest trwalsze od drzewa i nie może być zniszczone przez pożar.

Przewóz skał płonnych. W każdej kopalni przy prowadzeniu przecznic, pogłębianiu szybów i przy naprawach obudowy w chodnikach otrzymuje się zawsze dosyć znaczną ilość skał płonnych. Jeżeli maszyna wyciągowa pracuje w dzień i w nocy, skały te wydają na powierzchnię ziemi stopniowo, w miarę jak się nagromadzają. Jeżeli jednak maszyna wyciągowa podczas nocy jest nieczynna, a to ma miejsce w wielu kopalniach, w takim razie wózki ze skałami płonnymi odwożą do podszybia i tam pozostawiają do

następnego dnia. Następnego zaś dnia wózki te wyciągają na powierzchnię ziemi i wypróżniają na zwałach. Jeżeli zwał znajduje się blisko szybu, przewóz odbywa się prędko i nie przedstawia żadnych trudności, bo na początku dniówki puste wozy nie są jeszcze potrzebne. Jeżeli jednak miejsce, w którym odbywa się wypróżnianie wozów, znajduje się na znaczniejszej odległości od szybu, w takim razie przewóz skał płonnych, szczególnie w zimie, podczas złej pogody, zamieci śnieżnej i t. p., zajmuje bardzo dużo czasu, wskutek czego może się okazać brak próżnych wozów w kopalni. Dla zapobieżenia temu w niektórych kopalniach urządzają, w bliskości szybu, tymczasowe zwały, a następnie zsypaną na nich skałę przewożą stopniowo w ciągu dnia.

Zwały dla skał płonnych często urządzają w ten sposób, jak i składy dla węgla, budując pomosty na słupach, które się zasypują w miarę, jak zwał się wydłuża. Dla oszczędzenia zaś słupów, które na zawsze są już stracone, kolejkę dla przewozu układają wewnątrz szerokiego rusztowania, przesuwając ją w ten sposób, że zwał się ciągle rozszerza.

W podobnym wypadku dla przewożenia skał płonnych używają wózki, zwane kolebami (fig. 485, str. 23). Skałę przewożoną w tych razach zsypują na brzeg zwału, a w miarę, jak się on rozszerza, kolejkę przesuwają.

ROZDZIAŁ VIII.

Urządzenia wjazdowe.

Ogólne pojęcie. Pod urządzeniami wjazdowymi rozumiemy nie tylko urządzenia, zrobione w szybie dla opuszczania i podnoszenia ludzi, ale i wszelkie inne, mające na celu ułatwienie górnikom, przedostania się do kopalni, bez względu na to, czy górnik opuszcza się siłą masy, czy też jest opuszczany zapomocą maszyny.

Górnik, udając się do kopalni, musi iść tylko tą drogą, jaka mu jest wskazana. W kopalniach, w których wydzielają się gazy wybuchające, górnikowi nie wolno chodzić przez chodniki, którymi wychodzi zepsute powietrze z kopalni.

W chodnikach, które służą jednocześnie jako drogowe i przewozowe o jednym torze kolejki, relsy powinny być ułożone bliżej jednej ze ścian tak, aby z drugiej strony toru pozostawała wolna przestrzeń, dostatecznie szeroka, po której górnicy mogliby bezpiecznie chodzić, nie narażając się na ściśnięcie wózkami. O tem już wspominaliśmy w tomie I-ym, mówiąc o prowadzeniu przecznicy (str. 169).

W sztolniach z kanałem odpływowym odkrytym, idącym w kierunku osi sztolni, nad kanałem powinien być zrobiony pomost, a przynajmniej kładka, na całej długości sztolni.

Na pochylniach z hamulcami, jeżeli one służą jednocześnie jako chodniki drogowe, część pochylni powinna być odgrodzoną i chodzenie dozwolone tylko w tej odgrodzonej części. Jeżeli nachylenie pochylni nie przenosi 20 do 30°, górnik może jeszcze iść wprost po spodku i co najwyżej należy zrobić z jednego boku gład-

ką poręcz. Przy większem nachyleniu konieczne są schody, które, jeżeli spodek chodnika jest twardy, wycinają wprost w spodku, w przeciwnym razie układają wzdłuż pochylni jedną lub dwie deski, do których przybijają poprzeczne łąty, lub wreszcie urządzą schody.

Pochylnie drogowe powinny mieć wysokość równą wysokości średniego wzrostu ludzkiego, ponieważ nachylanie się przy schodzeniu po pochylni, nawet przy małym kącie jej nachylenia jest bardzo uciążliwe, a przy cokolwiek większym kącie nachylenia wprost niemożliwe.

W pochylniach bardzo stromych z kątem nachylenia od 30 do 50' i więcej, tak zwanych kominach, które służą tylko do schodzenia, a nie do wchodzenia, układają na spodku, gładkie deski, a w pewnej nad nimi wysokości przeciągają linę. Zjeżdżający siada na deski i zsuwa się po nich, trzymając się rękami za linę. Na ręce należy wtedy nakładać rękawice.

Drabiny. Drabiny wyrabiają z dwóch połowie lub dwóch mocnych łąt, około 5 ctm. szerokich i od 12 do 15 ctm. grubych, w które wkładają czworokątne a nie okrągłe szczebble. Szerokość szczebbli wynosi od 24 do 26 mm., wysokość w środku długości 78, a w końcach 52 mm.; odległość między szczebblami od 25 do 27 ctm. Boki dla drabin z drzewa sosnowego przygotowują w ten sposób, że biorą okrągłak odpowiedniej średnicy, wiercą w nim dziury dla szczebbli, a następnie rozpiłowują wzdłuż osi. Szczebble wkładają w ten sposób, aby zaokrąglone boki drabiny były nazewnątrz. Odległość między bokami drabiny wynosi około 30 ctm. Dla zabezpieczenia szczebbli od zbyt prędkiego zużycia górną krawędź objają czasami żelazem.

Drabiny mogą być i żelazne, są one jednak pod tym względem bardzo niedogodne, że podczas dni mroźnych szczebble są bardzo zimne, wskutek czego przy chodzeniu po drabinach ręce za nadto marzną. Górnik, idący po drabinach, gdy dochodzi do powierzchni ziemi, jest już tak zmęczony, że mając ręce zmarzniete, może się nie utrzymać na drabinie. Z tej przyczyny żelazne drabiny nie powinny być nigdy ustawione w szybach, przez które świeże powietrze wchodzi do kopalni. Drabiny żelazne stawiają tylko podczas pogłębiania, na dnie szybu, ponieważ drewniane łatwo by się mogły połamać kamieniami, odrzucanymi przy wystrzałach.

Na fig. 695 przedstawiony jest przedział szybu z drabinami. Podzielony on jest pomostami *b*, zwanymi *spocznikami*, na oddziel-

ne części czyli oddziały, mające około 6-iu metr. wysokości. W szybach wentylacyjnych, aby nie tamować przystępu powietrza, zamiast spoczników z desek układają kraty żelazne. Spoczniki leżą na obudowie szybu, a na nich są ustawione, pochyło, drabiny *a*, sięgające od niższego spocznika, do otworu wchodowego, wyrobionego w spoczniku wyżej leżącym. Nad tym otworem przytwierdza się krótki kawałek pionowo ustawionej drabiny, albo też żelazne klamry, ażeby idący miał stałe oparcie dla rąk, w chwili, gdy wstępuje na drabinę, lub z niej schodzi.

Długość drabiny nie powinna przeznosić 6-iu i maximum 8 metr., sama zaś drabina powinna być ustawiona pod kątem 70° . Przy takim nachyleniu, człowiek, idący po drabinie, nie potrzebuje się zginać, a więc najmniej się męczy. Drabiny przybijają hakami żelaznymi do rozpór, umocowanych w poprzek przedziału. Rozpory powinny być rozłożone w ten sposób, aby przypadały mniej więcej w środku długości drabiny. Jeżeli zaś drabiny są dłuższe, rozpór powinno być dwie, bo inaczej drabina drży, co bardzo męczy człowieka po niej idącego.

Drabiny ustawiają albo równolegle jedna do drugiej, jak na fig. 695, albo też zygzakiem (fig. 696). Pierwszy sposób jest lepszy, ponieważ w razie spadnięcia, człowiek upada na spocznik, gdy tymczasem przy drugim sposobie ustawienia, otwór w spoczniku znajduje się u podstawy drabiny, człowiek więc może upaść do następnego przedziału. Ten drugi sposób ustawiania drabin był już niejednokrotnie przyczyną nieszczęśliwych wypadków.

W szybach bardzo ciasnych, jak np. w duklach pogłębianych przy odbudowie rud żelaznych, w których nie ma miejsca na po-

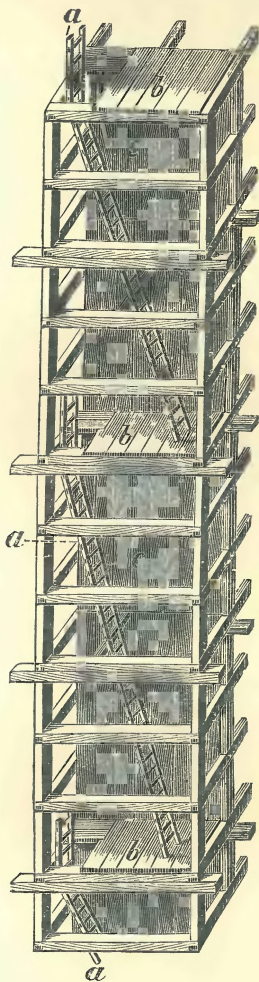


Fig. 695.

stawienie pochyłych drabin, urządza ją drabiny pionowe, przytwierdzając je wprost do obudowy szybu; chodzenie jednak po takich drabinach jest nadzwyczaj męczące,

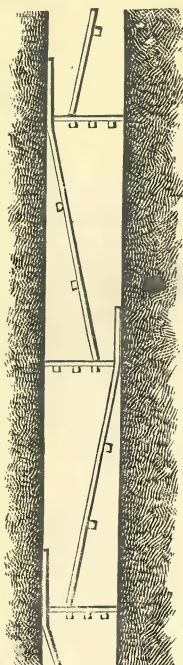


Fig. 696.

a prócz tego i bardzo niebezpieczne, ponieważ idący po drabinach górnicy znajdują się bezpośrednio jeden nad drugim w razie więc, jeżeli który z nich upuści lampę, lub jakikolwiek inny przedmiot, ludziom, idącym po drabinie grozi niebezpieczeństwo. Dlatego też drabiny pionowe mogą być ustawiane tylko w wyjątkowych razach i tylko w bardzo niegłębokich duklach. Prócz tego powinny być one przytwierdzone na takiej odległości od obudowy szybu, aby idący po drabinie mógł wygodnie stawiać nogi na szczeblach. Z tego względu drabiny pionowe lepiej jest umieszczać w rogu dukli.

Chodzenie po drabinach przy większej głębokości szybów zajmuje bardzo wiele czasu i zużywa, bez żadnej potrzeby, bardzo wiele sił. Górnicy dochodzą do przodków w stanie znużenia, a wychodzą z kopalni prawie że wyczerpani z sił, co bardzo źle wpływa na ich zdrowie, powodując choroby płuc,

czyniące ich w krótkim czasie niezdawnymi do robót górniczych.

Schody ruchome. Schody ruchome pomysłu Dörell'a były po raz pierwszy zbudowane w r. 1833 w Harcu, gdzie są znane pod nazwą Fahrkünste. Schody ruchome mogą być pojedyncze i podwójne. Schody pojedyncze przedstawia fig. 697 i 698. Mocna belka drewniana *a*, okuta żelazem, przechodzi przez całą głębokość szybu i łączy się z maszyną, ustawioną na powierzchni ziemi, która porusza ją naprzemian do góry i na dół. Do tej belki są przytwierdzone, w odległościach odpowiadających długości skoku belki, stopnie *b*, na których można stawać, a nad nimi klamry *c*, za które człowiek, stojący na stopniu, może się trzymać. Z boków szybu, przez całą jego głębokość, w miejscach, w których się zatrzymują na chwilę stopnie *b*, są porobione stałe pomosty czyli spoczniki *d*. Górnik, opuszczający się do kopalni, staje na spoczniku *d* i oczekuje chwili, w której stopień *b*, umocowany na belce *a*, zatrzyma się na równej z nim wysokości; wtenczas przechodzi na sto-

pień *b*, chwyta się za klamrę *c* i opuszcza się razem z belką *a*, na długość jej skoku. Następnie przechodzi na stały spocznik *d* i tu znowu oczekuje nadejścia stopnia *b* i t. d. Wchodząc tym sposobem i schodząc ze stopnia *b* na spoczniki *d*, opuszcza się do szybu. Przy wychodzeniu z kopalni należy postępować odwrotnie, a mianowicie stawąć na stopień przychodzący z góry, podnosić się na nim i schodzić na spocznik w chwili, gdy stopień *b* ma się na dół opuszczać.

Fig. 699 przedstawia schody ruchome podwójne, różniące się tem od poprzednich, że w szybie umieszcza się nie jedną, lecz dwie belki, ze stopniami, poruszające się naprzemian do góry i na dół i tylko jeden stały spocznik u wejścia do szybu, inne zaś spoczniki



Fig. 697.

są zastąpione przez stopnie, przytwierdzone do drugiej belki. Odległość pomiędzy stopniami na każdej belce równa się podwójnej długości skoku. Na fig. 699 *A* i *B* przedstawiają belki żelazne, poruszające się naprzemian do góry i na dół, *a* jest stały spocznik, przytwierdzony u wejścia do szybu. Do belki *A* są przymocowane stopnie *a*, *b*, *c*; do belki zaś *B* stopnie *β*, *γ*. Stopnie *a*, *b*, *c* i stopnie *β*, *γ* są rozmieszczone na obudwu belkach w jednakowych odstępach, odległość zaś między stopniami jest równa długości skoku belki. Górnik, opuszczający się do kopalni wchodzi najprzód na stały spocznik *a* i w chwili, gdy stopień *a* stanie na tej wysokości, co i spocznik *a*, przechodzi na stopień *a*. Następnie razem z belką *A* opuszcza się aż do punktu, oznaczonego na figurze 699-ej numerem 1. W punkcie 1, stopień *a* spotyka się ze stopniem *β*, górnik więc przechodzi na stopień *β* i stojąc na nim, opuszcza się aż do punktu 2, w którym przechodzi na stopień *b* i tak dalej, ciągle przechodzi naprzemian z jednej belki na drugą i z jednego stopnia na drugi, a mianowicie ze stopnia *b* na stopień *γ*, potem ze stopnia *γ* na stopień *c* i t. d. Przy podnoszeniu się przechodzenie ze stopnia na stopień odbywa się w porządku odwrotnym.



Fig. 698.

Fig. 699 przedstawia schody ruchome podwójne, różniące się tem od poprzednich, że w szybie umieszcza się nie jedną, lecz dwie belki, ze stopniami, poruszające się naprzemian do góry i na dół i tylko jeden stały spocznik u wejścia do szybu, inne zaś spoczniki są zastąpione przez stopnie, przytwierdzone do drugiej belki. Odległość pomiędzy stopniami na każdej belce równa się podwójnej długości skoku. Na fig. 699 *A* i *B* przedstawiają belki żelazne, poruszające się naprzemian do góry i na dół, *a* jest stały spocznik, przytwierdzony u wejścia do szybu. Do belki *A* są przymocowane stopnie *a*, *b*, *c*; do belki zaś *B* stopnie *β*, *γ*. Stopnie *a*, *b*, *c* i stopnie *β*, *γ* są rozmieszczone na obudwu belkach w jednakowych odstępach, odległość zaś między stopniami jest równa długości skoku belki. Górnik, opuszczający się do kopalni wchodzi najprzód na stały spocznik *a* i w chwili, gdy stopień *a* stanie na tej wysokości, co i spocznik *a*, przechodzi na stopień *a*. Następnie razem z belką *A* opuszcza się aż do punktu, oznaczonego na figurze 699-ej numerem 1. W punkcie 1, stopień *a* spotyka się ze stopniem *β*, górnik więc przechodzi na stopień *β* i stojąc na nim, opuszcza się aż do punktu 2, w którym przechodzi na stopień *b* i tak dalej, ciągle przechodzi naprzemian z jednej belki na drugą i z jednego stopnia na drugi, a mianowicie ze stopnia *b* na stopień *γ*, potem ze stopnia *γ* na stopień *c* i t. d. Przy podnoszeniu się przechodzenie ze stopnia na stopień odbywa się w porządku odwrotnym.

Belki *A B* wprowadza w ruch maszyna zapomocą koła zębatego *H*, dźwążka korbowego *G* i trójkątów *C D*, osadzonych na bel-

kach *F* i połączonych z sobą drążkiem *E*. Czasami schody ruchome wprowadza w ruch maszyna o działaniu bezpośrednim. Odległość między belkami *A* i *B* wynosi 70 ctm., Wysokość skoku od 200 do 400 ctm. Liczba skoków na minutę od 6 do 10.

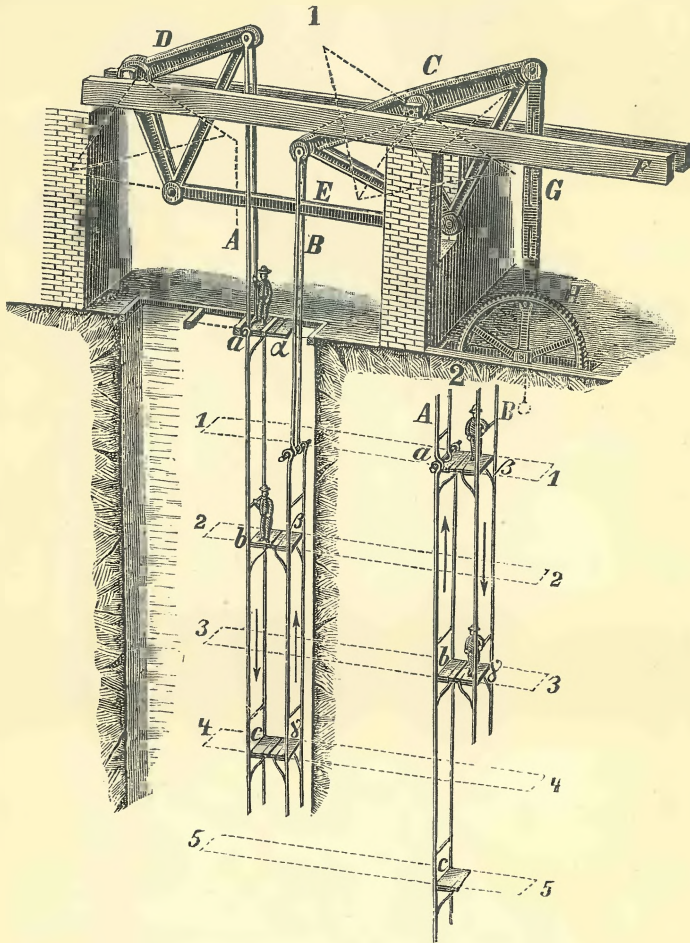


Fig. 699.

Schody ruchome podwójne przedstawiają tę dogodność, że belki, do których są przytwierdzone stopnie, wzajemnie się równoważą, wskutek czego maszyna musi tylko przewycieżyć ciężar zjeżdżających ludzi. Prócz tego przy równych długościach skoków, na schodach podwójnych, zjeżdża się i wyjeżdża z prędkością dwa razy większą, aniżeli na schodach pojedynczych.

W niektórych kopalniach stopnie robią tak wielkie, aby na każdym stopniu mogło razem stawać kilku ludzi; i przytem w ten sposób, aby jednocześnie jedni robotnicy mogli zjeżdżać do szybu, a drudzy wyjeżdżać z szybu i aby udający się w przeciwnych kierunkach nie przeszkadzali sobie wzajemnie.

Urządzenie schodów ruchomych jest wogóle kosztowne, a ponieważ, jak praktyka dowiodła, bezpieczeństwo przy zjeżdżaniu i wyjeżdżaniu nie jest większe, aniżeli w klatkach, przyczepionych do lin i wprowadzanych w ruch maszynami wyciągowymi, więc schody te wogóle mało się rozpowszechniły. W kopalniach węgla, gdzie opuszczanie i podnoszenie górników można wykonać z równem bezpieczeństwem i daleko prędzej maszynami wyciągowymi, schody ruchome nie przedstawiają żadnych korzyści.

Co innego w kopalniach rud. Tam odbudowa prowadzi się często na bardzo znacznej głębokości i na różnych poziomach, a ponieważ z przyczyny małego wydobycia, nie ma potrzeby zaopatrywać się w silne maszyny wyciągowe, schody więc ruchome mogą oddawać pewne usługi.

Zjeżdżanie i wyjeżdżanie na linie. Sposób zjeżdżania i wyjeżdżania na linach oddawna był znany i w różnych kopalniach rozmaicie się nim posiłkowano. W jednych przez linę przesuwano drążek, na którym górnik siadał, trzymając się liny rękami, w innych, jak np. w Wieliczce, górnicy siadali na pętlicach, przyczepionych do liny. Takich pętlic było 6, trzy obok siebie i drugie trzy pod niemi. W kopalniach w Schemnitz na Węgrzech, do liny przymocowywali kilka, jedno nad drugim, siedzeń ze skóry. Nareszcie w innych kopalniach też same naczynia, któremi wyciąga się na powierzchnię ziemi urobiony minerał, jak kubły, skrzynki, beczki i klatki służą do zjeżdżania i wyjeżdżania ludzi. Jeżeli głębokość skrzynek, kubłów i beczek jest mniejsza od 80 ctm., górnicy opuszczający się w nich powinni mieć na sobie tak zwane pasy bezpieczeństwa: Są to zwyczajne mocne pasy skórzane, do których jest przytwierdzony łańcuch z hakiem żelaznym na końcu. Górnik, opasawszy się pasem, wchodzi do kubła lub beczki, zaczepia hak od pasa za łańcuch, do którego jest przywieszony kubeł lub beczka i który stanowi przedłużenie liny wyciągowej. W razie więc gdyby się kubeł lub beczka zaczepiły o bok szybu i przechyliły, górnik nie mógłby upaść, bo jest przyczepiony bezpośrednio do liny. Prędkość zjeżdżania w beczkach może być tylko bardzo nieznaczna, mniejsza aniżeli 1 metr na sekundę. Jeżeli jednak beczki chodzą

między kierownikami, to prędkość zjeżdżania i wyjeżdżania może być znacznie większa, do 2 i więcej metrów na sekundę. Wchodzenie i wychodzenie z beczek przedstawia wiele niedogodności i jest połączone z bardzo dużą stratą czasu.

Najdogodniejszy sposób zjeżdżania, a jak doświadczenie dowiodło, że i najbezpieczniejszy jest w klatkach, chodzących pomiędzy kierownikami. Takie klatki przy mijaniu się nie mogą się zaczepić jedna o drugą, a prócz tego przy klatkach mogą być zastosowane spadochrony, które chociaż jeszcze nie przedstawiają zupełnego bezpieczeństwa, w każdym jednak razie niebezpieczeństwo znacznie zmniejszają.

Na każdym piętrze klatki może zjeżdżać tylko pewna, ściśle oznaczona liczba górników, wchodzenie i wychodzenie z klatek jest bardzo dogodne i zajmuje bardzo mało czasu, a prędkość ruchu klatki może być doprowadzona do 5-iu a nawet i 6-iu metrów na sekundę. Nareszcie górnicy przybywają do kopalni wcale nie zmęczeni, a więc z zapasem sił większym, aniżeli gdy schodzą po drabinach. Jeżeli tylko maszyna, lina i klatka są w dobrym stanie i sygnalizacya dobrze urządzona, w takim razie zjeżdżanie i wyjeżdżanie w klatkach nie przedstawia najmniejszego niebezpieczeństwa.

Przy zjeżdżaniu i wyjeżdżaniu w klatkach powinny być zachowane następujące ostrożności:

Zjeżdżanie i wyjeżdżanie powinno się odbywać pod kierunkiem dozorczy.

Liny druciane, służące do zjeżdżania, powinny być próbowane sposobem, o którym wspominaliśmy przy opisanu lin (str. 126).

Klatki, kierowniki i liny powinny być codziennie dokładnie zrewidowane.

Klatka powinna mieć dach i być z boków zakryta, a z przodu i z tyłu, na czas zjeżdżania i wyjeżdżania, powinny się zakładać dobrze zamykające się drzwiczki, co najmniej 1 metr wysokie.

Na początku każdej dniówki, przedtem nim się zacznie zjeżdżanie, należy opuścić i podnieść klatkę z pełnym ciężarem zupełnie powoli, aby się przekonać czy maszyna dobrze działa.

Maszyna, wprowadzająca w ruch klatki, powinna mieć hamulec na tym samym wale, na którym są osadzone bębny.

Górnicy nie powinni mieć przy sobie lamp zapalonych, klatka zaś powinna być oświetlona latarnią.

Przez cały czas zjeżdżania i wyjeżdżania przy maszyniście

powinien znajdować się jego pomocnik, gotowy do przyjęcia maszyny w każdej chwili, w razie omdlenia maszynisty, lub jakiegokolwiek innego wypadku, jaki może się z nim zdarzyć.

Największa prędkość klatki nie powinna nigdy przechodzić 6-iu metrów na sekundę; prędkość, z jaką się zjeżdża, powinna być zawsze mniejszą od prędkości, z jaką się wyjeżdża. Nagłe opuszczenie się na większą głębokość, nawet z umiarkowaną prędkością, często może spowodować czasową głuchotę, wskutek zmiany ciśnienia. Dla zapobieżenia temu należy podczas opuszczania się robić od czasu do czasu ruch, jaki się robi przy połykaniu śliny, aby otworzyć trąbkę Eustachego i zrównoważyć ciśnienie powietrza w komorze usznej z ciśnieniem atmosfery.

Na sygnalistów należy brać ludzi przytomnych, roztropnych i wypróbowanych.

Liczba górników, mogących odrazu wchodzić do klatki powinna być ściśle oznaczona. Nikt nie ma prawa wejść do klatki, póki mu sygnalista nie pozwoli, jak również nikt nie może z niej wyjść bez jego pozwolenia.

ROZDZIAŁ IX.

Osuszanie kopalni.

Wstęp. Wszystkie skały, tworzące skorupę ziemską, są mniej lub więcej porowate, jedne, jak np. piasek, są bardzo porowate, i przepuszczają wodę w ogromnych ilościach, inne są zbite, lecz mogą być popękane, więc także mniej lub więcej wody przepuszczają. Przesączająca się woda, doszedłszy do skał nieprzenikliwych, spływa po nich, tworząc podziemne strumienie, które następnie przedostają się do kopalni, gdzie przyczyniają jedną z największych trudności, jakie górnik ma do pokonania.

Chociaż cała ilość wody, przyptywającej do kopalni, bierze swój początek w opadach atmosferycznych, tem niemniej jednak górnicy odróżniają wody powierzchniowe od wód wewnętrznych. Wody powierzchniowe są rezultatem przesiąkania wód deszczowych i śniegowych, na przestrzeniach wokoło kopalni, jak również przesączania się wody z kanałów, rzek, stawów i t. p. Ilość ich jest zmienną i zależną od pory roku i od pogody. Na wiosnę i w jesieni przyptyw tych wód jest większy w zimie i w lecie mniejszy. Można zaś je łatwo odróżnić od wód wewnętrznych, ponieważ zawsze mają temperaturę, zbliżoną do wód, znajdujących się na powierzchni ziemi. W zimie są zimniejsze, a w lecie cieplejsze od skał, z których wypływają.

Wody wewnętrzne mają ten sam początek co i wody powierzchniowe, różnią się jednak od nich tem, że przyptywają do kopalni ze znacznych odległości, a czasami wytryskują z wielkich głębokości, czego dowodem może służyć w podobnych wypadkach ich wysoka temperatura.

Wnętrza ziemi zawierają prawdziwe strumienie, które napęlniając groty, tworzą podziemne jeziora. Znane są wypadki, gdy strumienie, płynące na powierzchni ziemi, w pewnych miejscach, zupełnie znikają, a następnie, w znacznej odległości, znowu z pod ziemi wypływają. Taki przykład przedstawia rzeczka Baba, pod Olkuszem, która całkowicie znika w piaskach, zajmujących obszerne przestrzenie w tej miejscowości.

Z jak znacznych odległości wody wewnętrzne mogą przypływać do kopalni, przekonano się przy wierceniu otworu świdrowego w pustyni Sahara. Woda, wypływająca z tego otworu zawierała w sobie takie żyjątka, jakie się nigdzie w Saharze nie znajdują, oczywiście więc, że przypłynęły one, wraz z wodą, z bardzo odległych okolic.

Ilość wody przypływającej do kopalni bywa bardzo rozmaita, w niektórych kopalniach, szczególnie przy pogłębianiu szybów, przypływ wody jest tak wielki, że prawie niepodobna go przezyciężyć, bo liczba pomp, jakaby była do tego potrzebną, nie jest w stanie pomieścić się w szybie. W innych znowu kopalniach przypływ wody jest prawie żaden. U nas w zagłębiu Dąbrowskiem, niektórych kopalniach węgla przypływ wody dosięga do 20 metrów sześciennych na minutę.

W miejscowościach, w których kiedyś prowadziły się roboty górnicze, stare wyrobiska bardzo często bywają całkowicie zalane, tworząc obszerne zbiorniki wody, będące przyczyną nadzwyczaj wielkiego przypływu. Takie zjawisko spotykamy w kopalniach galmanu, w okolicach Olkusza, gdzie w ciągu kilku stuleci wydobywano błyszcz ołowiany srebronośny. Cała ta miejscowość jest poprzecinana w najrozmaitszych kierunkach starymi wyrobiskami, które dziś są całkowicie zalane, tworząc coś nakszałt gąbki napojonej wodą.

Woda, przypływająca do kopalni, zbiera się w najniższej części, to jest w dolnej części szybu, która się nazywa *żompkiem* i musi być ztamtąd wydalona, sama kopalnia zaś musi być osuszona.

Jest trzy sposoby osuszania kopalni: 1) zatamowanie przypływu wody; 2) odprowadzenie wody, która się już nagromadziła w wyrobiskach i 3) odlewanie wody beczkami, skrzyniami lub pompami.

Zatamowanie przyływu wody. Środki, jakich się używa, aby niedopuszczyć wody, zbierającej się na powierzchni ziemi, do wnętrza kopalni, nie mogą nigdy całkowicie doprowadzić do celu, ponieważ niema sposobu w zupełności zapobiedz przesączaniu się wody na znacznych przestrzeniach. Prowadząc jednak roboty w tym kierunku, można przyływ wody znacznie zmniejszyć. W tym celu szyby zakładają na miejscach wzniesionych i około ich wylotów ziemię mocno ubijają. Około wychodni pokładów węgla, a także i innych skał, przepuszczających wodę, tę ostatnią odprowadzają, kopiąc odpowiednio urządzone rowy.

Naturalnie, że koryta rzek i kanałów, jeżeli je tworzą skały przepuszczające wodę, zastępują sztucznymi, wyjmując z ich dna piasek i nasypując warstwę gliny, którą mocno ubijają, a następnie pokrywają warstwą piasku. Czasami robią sztuczne koryta z cegły na cemencie. Środek ten jednak tylko w takim razie może być skutecznym, jeżeli jest się pewnym, że w tem miejscu nie nastąpi osiadanie gruntu, przy którym, urządzone w ten sposób sztuczne koryto, uległoby spękaniu i zrobiłoby się dla wody przenikliwym.

Podobne roboty prowadzą się na wielką skalę we Francyi, w tych miejscowościach, w których odbudowują się grube pokłady węgla. Tam, wprzód, dla odbudowy tych pokładów zastosowywano sposób roboty bez podsadzki, wskutek czego, przy osiadaniu gruntu, potworzyły się liczne szczeliny, będące przyczyną bardzo znacznego przyływu wody z powierzchni ziemi, od czasu zaś jak zaczęto prowadzić roboty, mające na celu zapobieżenie przesączaniu się wody, przyływ jej do kopalni bardzo się zmniejszył.

Filary ochronne. Po wyrobieniu minerału z danego złoża, grunt zaczyna osiadać i powoduje tworzenie się szczelin. Dla zapobieżenia temu pozostawiają, w pewnych miejscach, mianowicie tam, gdzie woda się zbiera na powierzchni ziemi, filary ochronne. Sposób ten w wielu razach daje bardzo dobre rezultaty, nie można mu jednak całkowicie ufać, ponieważ kierunek szczelin, tworzących się na powierzchni ziemi, wskutek zawałania się wyrobisk, pozostałych po wyjęciu minerału z danego złoża, nie jest jeszcze dokładnie znany.

Tem niemniej jednak pozostawianie filarów ochronnych w wielu razach oddaje wielkie usługi. Tak naprz. w Anglii, w niektórych kopalniach, roboty górnicze prowadzą pod pełnem morzem, w bardzo znacznych odległościach od brzegu, czasami dochodzą-

cych do 3600 metrów. W podobnych wypadkach odbudowę prowadzą systemem filarowym, z pozostawieniem filarów.¹⁾

Tamy. Budowa tam w chodnikach ma na celu zatrzymanie przypływu wody w danym chodniku i niedopuszczenie jej do innych części kopalni. Tama może zatrzymywać przypływ wody czasowo lub na zawsze.

W pierwszym wypadku tama musi być tak urządzona, aby ją można było otwierać, w drugim w tamę zakładają rurę, przez którą woda odpływa podczas budowy tamy i którą następnie szczelnie zatykają.

Budowa tam wymaga wielkiej staranności, bo często bardzo od dobrego jej wykonania zależy dalszy los kopalni. Najważniejszą rzeczą jest wybór miejsca dla tamy. Skała, w miejscu wybranem pod budowę tamy, musi być twarda, wytrzymała i niepopękana, ściany naokoło tamy muszą być gładkie, obrobione żelazkiem, bez użycia materiałów wybuchowych, ale nieoszlifowane, aby tama nie mogła się ślizgać.

Tamy zawsze budują od tyłu, to jest od strony, z której woda przypływa, w każdej więc tamie musi być zostawiony otwór dla przejścia ludzi. Otwór ten po ukończeniu tamy szczelnie zamykają.

Tamy mogą być drewniane i murowane.

Tamy drewniane. Tamy drewniane układają z belek wbitych między ściany, wpoprzek chodnika lub też z krótkich belek, ułożonych jedna na drugiej wzdłuż chodnika. W pierwszym wypadku ciśnienie wody działa wpoprzek włókien, w drugim wzdłuż włókien.

Tamy z belek poprzecznych mogą być stojące i leżące. Tamy stojące budują wtedy, gdy szerokość chodnika, jest większa od jego wysokości, lub gdy skały w piętrze i spodku chodnika są wytrzymalsze od skał tworzących boki chodnika, w przeciwnym razie budują tamy leżące.

Tamy stojące. Tamy stojące budują w chodnikach, mających nie więcej 2,5 m. wysokości, w których skały w piętrze i w spodku są wytrzymalsze od skał w ścianach bocznych i przeto w takich chodnikach, których szerokość jest większa od wysokości. Fig. 700 przedstawia przekrój podłużny, a fig. 701 plan tamy stojącej.

¹⁾ „Haton de la Goupillière Cours d'exploitation des mines“, t. 2, str. 283.

Wybrawszy miejsce dla tamy, przedewszystkiem należy go osuszyć, aby woda, płynąca po spadku chodnika, nie przeszkadzała robotom. W tym celu w odległości od 3 do 4 metrów, po za miejscem, gdzie ma być tama wzniesiona, robią groblę *a* z betonu lub gliny od 40 do 50 ctm. wysoką i drugą taką samą groblę, tylko trochę niższą, w odległości od 2

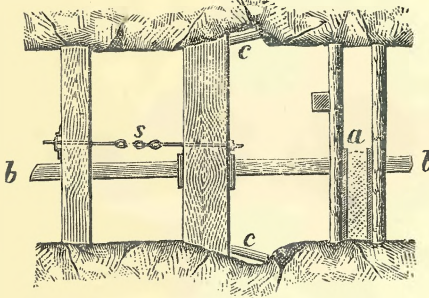


Fig. 700.

do 3 metrów przed mającą się wzniesić tamą i na tych dwóch groblach umieszczają rynnę *b*, za pomocą której odprowadzają wodę, zbierającą się po za pierwszą z tych grobli. Osuszywszy w ten sposób miejsce dla tamy, robią w spodku i w piętrze chodnika wcięcia ukośne pod kątem 20° , których szerokość

powinna być o $\frac{2}{3}$ większą od grubości belek, jakie mają być użyte dla tamy (fig. 700). Jest to niezbędne dlatego, aby tama pod ciśnieniem wody mogła się trochę posunąć naprzód i nie być wypchniętą.

Wcięcie dla tamy powinno być obrobione gładko żelazkiem i młotkiem, bez użycia materiałów wybuchowych. Boczne zaś

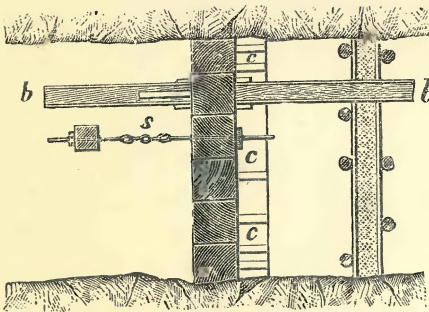


Fig. 701.

ściany chodnika obrabiają w ten sposób, aby były do siebie równoległe. Na ukośnie ściosane płaszczyzny w spodku i w piętrze chodnika kładą warstwę mchu, a na mech deski wierzbowe, 26 milimetrów grube, ułożone w ten sposób, aby włókna drzewne w deskach szły w kierunku długości chodnika. Dla tamy

biorą belki dębowe, od 50 do 52 ctm. grube, obciosane z trzech stron i w całej długości dobrze do siebie dopasowane. Końce tych belek ścinają ukośnie, równoległe do wcięć, zrobionych w piętrze i spodku chodnika. Belki wbijają jednocześnie z obu stron chodnika, zaczynając od ścian bocznych i posuwając się ku środkowi, dlatego zaś, aby je utrzymać na miejscu, wpędzają rozpory *c*.

Belki, dotykające się ścian bocznych chodnika, powinny być tak obrobione, aby z tylnej strony dotykały się ściany, a z przedniej aby pozostawała szpara 26 milim. szeroka, w którą następnie wbijają kliny.

Środkową belkę wciągają za pomocą sztaby żelaznej *s* i windy i podtrzymują dotąd, póki tama nie będzie skończona i wszystkie szpary nie zostaną zaklinowane. Sztaba *s* ma na końcu mutrę cokolwiek wciętą w belkę.

Gdy budowa tamy jest już ukończoną, sztabę *s* zaczynają obracać, przez co mutra się wykręci i upadnie na ziemię po za tamą, wtedy sztabę *s* wyjmują, a otwór, jaki się pozostaje w belce zatykają drewnianym korkiem, w który wbijają kliny na krzyż.

Po wciągnięciu środkowej belki wszystkie szpary między belkami utykają pakułami, napojonemi tłuszczem, albo mchem, a następnie wbijają w nie kliny. Z początku wbijają płaskie kliny z drzewa miękkiego, jak wierzba, a następnie ostre kwadratowe kliny z drzewa dębowego lub bukowego, które poprzednio muszą być wysuszone w piecu, postępując zupełnie tak samo, jak przy układaniu wieńców podstawowych dla obudowy wodonieprzenikliwej (tom I, str. 246).

W jednej z belek, pod samem piętrzem, robią otwór, o średnicy 10 milim., w który wstawiają rurkę. Przez ten otwór, w miarę tego, jak poziom wody za tamą zaczyna się podnosić, wychodzi powietrze, a gdy przez niego zacznie wychodzić woda, otwór szczelnie zatykają. Ta ostrożność jest niezbędną dlatego, aby belki były od strony tylnej całkowicie oblane wodą, w przeciwnym razie, belki, będąc w zetknięciu z zepsutem powietrzem, prędko uległyby gniciu.

W ten sposób zbudowaną tamę umocowują jeszcze od strony przedniej odpowiednio wpędzonemi rozporami. Taka tama, zrobiona z belek, 52 ctm. grubych, może wytrzymać ciśnienie słupa wody, mającego od 80 do 90 metrów wysokości, to jest od 8 do 9-iu atmosfer.

Tamy leżące. Tamy leżące budują wtedy, jeżeli wysokość chodnika jest większą od jego szerokości. Wcięcia dla belek w bokach chodnika robią nie ukośne, jak przy tamach stojących, lecz proste, belki układają poziomo jedne na drugich, wpoprzek chodnika. Wszystkie szpary zaklinowują od strony tylnej tamy, dlatego zaś, aby ludzie, po skończeniu roboty, mogli wyjść, w tamie pozostawia się otwór, który się zakrywa denkiem, zamykającym się

od tyłu. Denko obkłada się skórą, przez denko przechodzi śruba, na którą nakłada się od strony przedniej tamy pokrywę, a następnie obie pokrywy mocno się ześrubowują.

Tamy sferoidalne. Tamy sferoidalne mają kształt ściętego ostrokągu, o podstawach płaskich, lub sferoidalnych. Układają je z oddzielnych belek od 0,63 m. do 1,70 m. długich, obrobionych w ten sposób, że gdyby przedłużyć ich krawędzie, to wszystkie zeszłyby się w jednym punkcie, znajdującym się na osi chodnika. Wycięcie dla tamy musi być przynajmniej $1\frac{1}{2}$ raza dłuższe od grubości tamy, aby tama, po jej ukończeniu, mogła się przesunąć pod ciśnieniem wody.

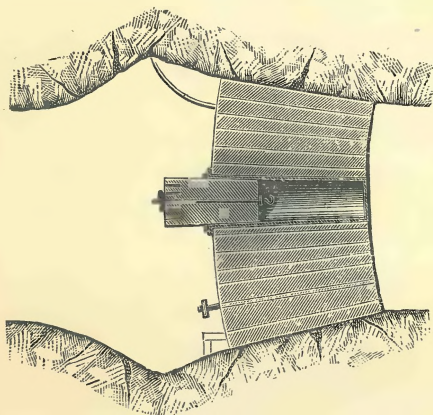


Fig. 702.

Wycięcie dla tamy robią następującym sposobem (fig. 702): Osuszywszy miejsce, na którym ma być postawiona tama, zapomocą dwóch niewysokich grobli zrobionych w pewnej odległości przed tamą i po za nią i połączwszy je rynną, po której ścieka woda, umocowują stempel między piętem a spodkiem, w środku szerokości chodnika. W punkcie przez który przechodzi oś chodnika wbijają w stempel gwóźdź, do którego przy-

wiązują sznurek, około 7 metrów długi, to jest takiej długości, jaką ma być długość linii tworzącej ostrokągu, którego kształt ma mieć budująca się tama. W kierunku tego sznurka ściosują ściany zapomocą młotka i żelazka, bez użycia materiałów wybuchowych.

Do budowy używają kłocę sosnowe, dobrze wysuszone, które obrabiają w kształcie ściętych ostrosłupów, każdy kłocę obrabia się na powierzchni, według rysunku zrobionego w naturalnej wielkości, kłocę układają rzędami, przyczem wszystkie kłocę tworzące jeden rząd, powinny być jednakowej długości. Układanie kłoców zaczynają od ścian bocznych chodnika, posuwając się ku środkowi.

Kłoc, przypadający w środku każdego rzędu, jest kluczem sklepienia. Klucz wkłada się ostatni, on powinien być o 15 do 20 ctm.

dłuższy od innych kloców danego rzędu. Po ułożeniu całej tamy, klucze pobijają młotem, aby je głębiej wpędzić i przez to rozepchnąć każdy rząd tamy.

Przed zaczęciem układania tamy sprawdzają czy kłocę są dobrze dopasowane do skały. W tym celu spodek wycięcia posypują ochrą, a następnie układają na nim pierwszy rząd kloców. Ochra, zabarwiając kłocę, wskazuje o ile każdy z nich jest dobrze dopasowany i jeżeli tylko okaże się, że niektóre kliny są źle dopasowane, to je poprawiają. Gdy wszystkie kłocę dolnego rzędu są dobrze dopasowane, na spodek wycięcia nalewają cienką warstwę smoły, następnie pokrywają go mocnem płótnem, a dopiero na płótnie układają pierwszy rząd kloców. Płótno powinno być tak szerokie jak długie są kłocę, a takie długie, aby zachodziło na belki chodnika aż do połowy ich wysokości. W ten sam sposób pokrywają później wycięcie zrobione w piętrze chodnika.

W drugim od dołu rzędzie kloców zrobiony jest otwór dla odpływu wody, ma on kształt stożka i po ukończeniu układania tamy zatyka się szczelnie od strony tylnej.

Około środka tamy pozostawia się otwór niezbędny dla wyjścia ludzi. W ten otwór wstawia się rura z lanego żelaza, która, od strony przedniej, jest cylindryczną o średnicy 46 do 47 ctm., a ku tyłowi się rozszerza i przyjmuje kształt stożka. Rura ta od strony tylnej jest zakończona kołnierzem, przed jej ułożeniem należy ją owinąć płótnem, napojonem smołą. W przedostatnim rzędzie od góry zrobiony jest otwór do wypuszczenia powietrza.

Kłocę, w których są zrobione otwory dla odpływu wody i powietrza, są grubsze od innych. Kłocę układają w ten sposób, aby spoiny pionowe nie tworzyły jednej ciągłej linii.

Po ułożeniu wszystkich kloców szpary między nimi szczelnie zaklinowują, zupełnie w ten sam sposób, jak się zaklinowują wieńce podstawowe w obudowie wodonieprzenikliwej.

Gdy wszystkie spoiny są szczelnie zaklinowane, otwór, przez który wyszli ludzie, zamykają korkiem drewnianym, który przyciągają za pomocą śrub.

Tego rodzaju tama, zbudowana w kopalni we Freybergu, wytrzymuje ciśnienie słupa wody, mającego 240 metrów wysokości.

Po jej ukończeniu i zamknięciu otworu tama przesunęła się:

w ciągu pierwszych 7 do 8 minut 71 milim.,

po 12-tu godzinach na 330 milim., a

po 10-iu dniach na 603 milim.

Tamy murowe. Tamy murowe, podobnie jak i drewniane, mogą być dwojakiego rodzaju: płaskie, przedstawiające zwykłe ściany, postawione wpoprzek chodnika i sferoidalne. Pierwsze budują się bardzo rzadko, tylko w wyjątkowych razach, bo stawiają opór wyłącznie tylko swoim ciężarem, muszą być wykonane bardzo starannie i nie przedstawiają tej pewności, co tamy sklezione. Daleko lepsze są tamy sferoidalne. Wycięcie dla tych tam robią w ten sam sposób jak i dla tam drewnianych, z tą tylko różnicą, że go nie przedłużają od strony przedniej tamy, ponieważ mur, pod ciśnieniem słupa wody, nie może się przesunąć ku przodowi w ten sposób, jak się przesuwają tamy drewniane. Najlepszym materiałem do tego rodzaju tam jest dobry klinkier i cement.

Otwór dla ludzi w tamach murowanych jest zbyteczny, bo murowanie ich odbywa się od strony przedniej. Rura do wody musi być ustawiona w ten sposób, jak i w tamach drewnianych, ale zamykać ją można dopiero wtedy, gdy zaprawa cementowa zupełnie stwardnieje. Rura powinna mieć parę kołnierzy, wpuszczonych w mur. Od strony przedniej tamy ma ona kształt cylindra, a od tylnej — stożka, osadzać ją należy jaknajbliżej spodka.

Otwór dla powietrza w tamach murowanych nie jest niezbędny, może być jednak pożyteczny pod tym względem, że cegła po nasiąknięciu wodą robi się więcej zbitą. Cegła zaś lepiej nasiąknie, jeżeli powietrze z po za tamy będzie wypuszczane. Tama dopiero wtedy jest dobrze wodą nasiąknięta, jeżeli od strony przedniej cała jej powierzchnia jest pokryta białą powłoką.

Dla wzmocnienia tamy, część chodnika przed i za tamą obudowują oprawą wodonieprzenikliwą.

Przy murowaniu tamy należy zachowywać te wszystkie środki ostrożności, o jakich była mowa przy opisaniu obudowy wodonieprzenikliwej murowej.

Tamy z drzwiami. Tamy z drzwiami budują głównie dlatego, aby się zabezpieczyć od nagłego przypływu wody, jaki czasami może zagrażać kopalni, a przynajmniej niektórym jej częściom. Takie tamy budują z klinkieru, na cemencie; w nich osadzają odrzwia, w których otwór powinien być tak wielki, aby przewóz po chodniku mógł się odbywać kołmi.

Tamy z drzwiami służą jeszcze do chwilowego zatrzymywania przypływu wody w tych wypadkach, gdy maszyny wodociągowe nie są dostatecznie silne, aby go przewyciężyć.

Odrzwia w tamach zawsze robią z żelaza lanego, same zaś

drzwi mogą być drewniane lub z żelaza kotłowego. Tamę z drzwiami drewnianymi przedstawia fig. 703. Odrzwia odlane są z jednej lub dwóch sztuk. Drzwi zrobione są z trzech rzędów bali dębowych, 52 mm. grubych, ułożonych na krzyż i odpo-

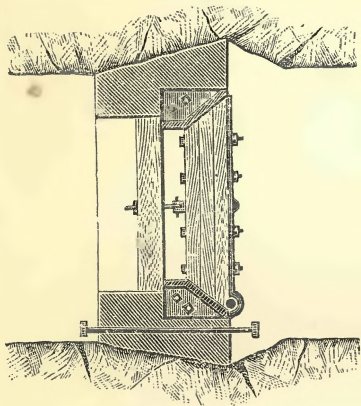


Fig. 703.

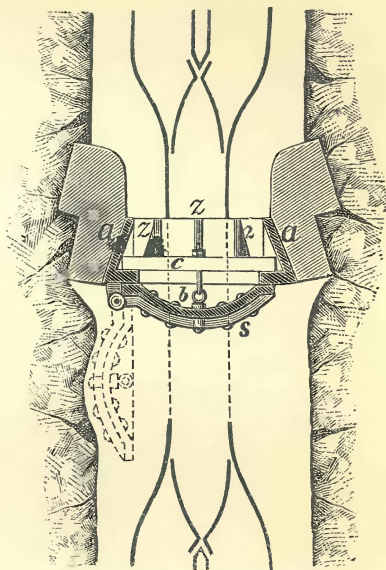


Fig. 704.

wiednio okutych. Przed zamknięciem między drzwi i odrzwia wkłada się pasek grubego płótna, napojonego smołą. Następnie, zamknąwszy drzwi, przyciąga się je zapomocą dwóch śrub, na które nakładają belki, a następnie przykręcają mutry.

W nowszych czasach prawie wyłącznie używają tamy z drzwiami żelaznymi (fig. 704 i 705). Odrzwia *a* mają kształt stożka, który się omurowuje. Drzwi *b* robią z blachy kotłowej, wygiętej w postaci sklepienia i zawieszają na zawiasach (fig. 705), *s* pasy, służące do wzmocnienia drzwi; *z* (fig. 704) żebro dla wzmocnienia odrzwia.

Przed zamknięciem tamy między drzwi i odrzwia wkładają pasek płótna, napojonego smołą, a po zamknięciu zakładają dwie belki *c* i przyciągają drzwi, nakręcając murtę na śruby, przechodzące przez pasy *s* i belki *c*. Otwór w odrzwiach ma 942 milim. szerokości i 1726 milim.



Fig. 705.

wysokości. Grubość blachy, z której drzwi są zrobione, zależy od ciśnienia wody, zwykle jednak robią je 20 mm. grube. Tego rodzaju tamy mogą mieć drzwi pojedyncze lub podwójne.

Wszystkie narzędzia, potrzebne do zamknięcia drzwi, powinny się zawsze znajdować tuż obok tamy, aby ją w razie potrzeby można było zamknąć w każdej chwili. Prócz tego opieka nad tamą powinna być powierzona specjalnemu dozorczy, który obowiązany jest ciągle sprawdzać czy wszystko przy tamie znajduje się w należytym porządku.

W miejscu, gdzie tama została zamknięta, powinien być natychmiast ustanowiony nad nią ścisły nadzór, przyczem należy zwracać uwagę nie tylko na zewnętrzny wygląd tamy, ale jeszcze sprawdzać i ciśnienie, jakie tama wytrzymywać musi. W tym celu w tamę powinna być wstawiona rurka z kranem, urządzona w ten sposób, aby do niej można było przyśrubować manometr sprężynowy. Dobrze jest także mieć w tamie drugą większą rurę z kranem, przez którą możnaby było, w razie potrzeby, wypuścić wodę z po za tamy. Taka rura może oddać wielkie przysługi, mianowicie wtedy, gdy tama okaże się zasłabłą i będzie potrzeba wybudować nową. W podobnym wypadku; przed zamknięciem nowej tamy, koniecznie potrzeba wypuścić wodę z po za starej, aby przestrzeń między obiema tamami została zalana i aby stara tama nie potrzebowała wytrzymywać żadnego ciśnienia. Jeżeli by bowiem po zamknięciu nowej tamy, stara, nie mogąc wytrzymać wywieranego na nią ciśnienia, pękła, w takim razie nowa nie byłaby w stanie wytrzymać impetu wody i byłaby zniesiona.

Tamy w szybach. Podobnie, jak w chodnikach, budują tamy i w szybach, chociaż wogóle daleko rzadziej, aniżeli w chodnikach. Tamy w szybach mogą być także drzewne, murowe, lub też z lanego żelaza. Tamy drzewne budują z belek poprzecznych, albo też robią tamy sferoidalne, na które woda wywiera ciśnienie w kierunku włókien drzewa.

Tamy murowe lepiej się nadają w szybach, aniżeli w chodnikach, ponieważ jednak mur, pod ciśnieniem wody, zawsze może dać szczelinę, więc dla zapobieżenia przesączaniu się wody, budują dwie tamy, jedna nad drugą, a przestrzeń między nimi wypełniają dobrze ubitą gliną. Przy takim urządzeniu, gdyby nawet tama dała później szczelinę, warstwa gliny między tamami w żadnym razie wody nie przepuści.

Przy budowie tam w szybach należy odróżniać dwa wy-

padki. Gdy tama buduje się dla zabezpieczenia od wtargnięcia wody z dołu, lub też dla zabezpieczenia od przypływu wody z góry. Ten ostatni wypadek może mieć miejsce w razie, jeżeli w szybie popsuła się obudowa wodonieprzenikliwa. Tamy, mające na celu zatrzymanie wody przypływającej z dołu, są trudniejsze do wykonania.

Ostrożności, jakie należy przedsięwziąć, prowadząc roboty górnicze w bliskości starych wyrobisk. Prawie wszystkie stare wyrobiska, z których kiedyś były wydobywane minerały użyteczne, są zalane wodą. Woda je zalewająca tworzy często bardzo obszerne zbiorniki podziemne, które nieraz grożą, w razie przybliżenia się do nich robót podziemnych, całkowitem zalaniem kopalni.

Gdy tylko złożę minerału użytecznego dochodzi do powierzchni ziemi, można być prawie pewnym, że górna jego część jest już wybrana, a pozostałe wyrobisko wodą zalane. Przybliżając się więc do miejsc, gdzie kiedyś były prowadzone roboty górnicze, potrzeba być bardzo ostrożnym, aby woda, zalewająca stare wyrobisko, której ciśnienie może być czasami bardzo znaczne, nie rozkruszyła filaru, odgraniczającego przodek od starego wyrobiska i nie zalała kopalni. W podobnych wypadkach należy przyjąć jako ogólne prawidło, aby roboty we wszystkich przodkach, zbliżających się do starych wyrobisk, były poprzedzane otworami świdrowymi, których długość powinna być przynajmniej tak wielką, jak wielką powinna być grubość filaru niezbędnego, aby wytrzymać ciśnienie wody, zalewającej stare wyrobisko.

Jeden otwór, przewiercony w kierunku osi chodnika, zbliżającego do starego wyrobiska, nie jest dostateczny, bo stare wyrobisko może być z boku chodnika, potrzeba więc, oprócz środkowego otworu, wiercić jeszcze w kierunku ukośnym do osi chodnika, dwa otwory w bokach i jeden w piętrze. Jeżeli skała, jaką się otrzymuje z otworu jest miękką i napojoną wodą, co daje prawo przypuszczać, że przodek zbliża się do starych zatopionych wyrobisk, wtedy wiercenie otworu przerywają i postępują następującym sposobem.

Obudowują mocno cały przodek, stawiając jeden stempel około drugiego i zwracając szczególną uwagę na to, aby część przodka, naokoło otworu była bardzo mocno obudowana. Następnie rozszerzają otwór na pewnej długości i wstawiają w niego rurę z kranem. Otwór w tym kranie musi być tak wielki, aby przez niego

można było wstawić dłuto. Rurę w otworze umocowują klinami, wbijając z początku płaskie kliny z drzewa miękkiego, a następnie ostre kliny kwadratowe z drzewa twardego, poprzednio dobrze wysuszonego.

Po należytem umocowaniu rury otwór zaczynają wiercić dalej. Wiercenie to przedstawia zawsze pewne niebezpieczeństwo, należy więc przedsięwziąć wszystkie możebne środki ostrożności. Ludzi z kopalni wydalić, a całą drogę, którą robotnicy zajęci wierceniem mają wracać, od przodka aż do szybu, oświetlić.

W chwili, gdy otwór dosięgnie starego wyrobiska, woda wrywa się z taką gwałtownością, że dłuto zostaje wyrzucone, często zaś przed ukazaniem się wody następuje wybuch gazów, które pędem swoim gaszą lampy, utrudniając powrót robotników.

Jak tylko woda pokazała się z rury, kran należy zakręcić i przyływ jej regulować w ten sposób, aby mógł być przezwyciężony i kopalnia nie została zalana. Po pewnym czasie woda zaczyna wypływać z rury pod normalnem ciśnieniem, co jest dowodem, że stare wyrobiska są już osuszone i że już pozostaje się odlewać tylko ten przyływ, dzięki któremu zostały one kiedyś zalane. Przyływ zaś ten najczęściej bywa nieznaczny.

Odprowadzanie wody, nagromadzającej się w wyrobiskach. Wodę, nagromadzającą się w kopalni, w tych razach, gdy to jest możebne, odprowadzają zapomocą sztolni. Jeżeli tylko roboty w kopalni, a przynajmniej znaczna ich część prowadzi się powyżej poziomu doliny, znajdującej się gdzieś w pobliżu, w takim razie najprostszym i najtańszym środkiem dla osuszenia kopalni jest przeprowadzenie sztolni. Jak tylko sztolnia zostanie przeprowadzoną, wszystkie roboty, prowadzące się po nad jej poziomem, będą całkowicie osuszone, wodę zaś z robót, prowadzonych poniżej poziomu sztolni, wypadnie odlewać do sztolni. Sztolnie jednak można zakładać tylko w miejscowościach górzystych i to tylko w takich razach, jeżeli w bliskości prowadzących się robót można znaleźć taki punkt, z którego mająca się przeprowadzić sztolnia nie wypadnie zbyt długą. Podobne warunki dosyć często zdarzają się w kopalniach rud, ale tylko bardzo rzadko w kopalniach węgla. Czasami zapomocą jednej sztolni można osuszać kilka kopalni i w takim razie długość sztolni może być bardzo znaczna. Tak np. sztolnia Józefa II w Schemnitz ma 18 kilometrów długości. Sztolnia Ernest-August w Harcu ma 23638 metrów długości,

sztolnia Schüssel w kopalniach w Mansfeld 31800 metr., a sztolnia Rothschröberger we Freybergu 47504 metrów długości.

Sztolnia może służyć nietylko dla odlewu wody, ale i dla przewozu, a w tych razach gdy ilość wody w sztolni jest bardzo znaczna, przewóz w niej odbywa się łódkami. Prócz tego sztolnia bardzo pomaga naturalnemu przewietrzaniu, a czasami siła przepływającego przez nią strumienia może być zużytkowaną jako motor.

Ponieważ sztolnie mają służyć czas prawie nieograniczony, powinny więc być zabezpieczone filarami ochronnymi. Sztolnie zawsze lepiej jest prowadzić w spagu, aniżeli w piętrze, jeżeli zaś w spodku sztolni zalegają pokłady, przepuszczające wodę, w takim razie dno jej ubijają gliną, albo też kanał odpływowy wykładają drzewem lub omurowują.

U nas kopalnie galmanu Józef, Kuklinki, Ulises i Jerzy pod Olkuszem, osuszają się trzema sztolniami: Ponikowską, mającą 2745 metr. długości, Bolesławską 1640 metrów długą i Czartoryską około 1300 metrów długą.

Odlewanie wody maszynami wyciągowemi. W kopalniach, w których przypływ wody jest nieznaczny, wodę odlewają beczkami, lub też umyślnie do tego celu urządzone skrzyniami, które wyciągają na powierzchnię ziemi temi samymi maszynami, jakie służą do wyciągania minerału. Beczkę do odlewu wody przedstawia fig. 706 i 707. W dnie beczki zrobiona jest kłapa, przez którą przechodzi gruby pręt żelazny *a*, służący jako kierownik. Gdy beczka wyjdzie z szybu, podsuwają pod nią platformę na kółkach, toczących się po relsach, ułożonych nad otworem szybu. Opuszczająca się beczka wspiera się na pręcie *a*, wskutek czego kłapa się podnosi i beczka się wypróżnia.

Dlatego zaś, aby kłapa nie mogła się przechylić, w pewnej wysokości nad dnem beczki, umocowują poprzeczną sztabę *b* z płaskiego żelaza, z otworem po środku, przez który przechodzi pręt *a*, taka sama sztaba jest umocowana i pod dnem beczki.

Przy opuszczaniu beczki do wody, kłapa otwiera się sama przez się pod ciśnieniem wody. Tego rodzaju beczka o pojemności jednego metra sześciennego waży od 750 do 780 kg.

W szybach, w których są urządzone kierowniki, wodę odlewają skrzyniami z blachy żelaznej, od 6-iu do 8-iu milim. grubej, wzmocnionymi pasami z żelaza płaskiego. Wymiary skrzyń powinny być takie, aby ciężar skrzyni, napełnionej wodą, był mniej

więcej równym ciężarowi klatki z wozami, napełnionemi minerałem. Skrzynie te są opatrzone dwoma klapami, jedną u dołu, otwierającą się automatycznie pod ciśnieniem wody, przy opuszczaniu skrzyni do żompia i drugą, która zapomocą odpowiednio urządzonego drażka, otwiera się także automatycznie po wyjściu skrzyni na powierzchnię ziemi i służy do wypróżnienia skrzyni.

Takie skrzynie urządzą o pojemności od 2 do 5 metrów sześciennych. W kopalniach węgla w Lens, w północnej Francji, wodę odlewają skrzyniami o pojemności prawie 3 metrów sześciennych (28 hektolitrow). Ciężar ich wynosi 1086 kilogr.

Przy odlewaniu wody zapomocą skrzyń, klatki trzeba odczepiać od liny, a na ich miejsce przyczepiać skrzynie, co jest po-

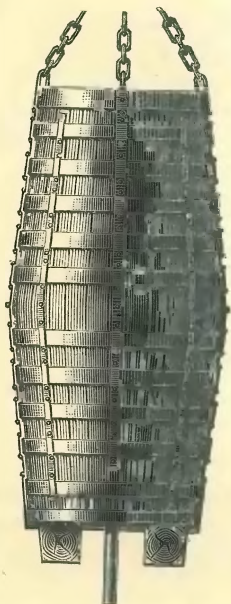


Fig. 706.

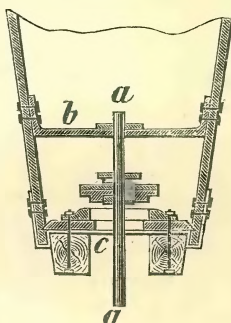


Fig. 707.

łączone z pewnemi niedogodnościami, tam więc, gdzie przypływ jest bardzo nieznaczny, mają skrzynie na kółkach, które wstawiają w te same klatki, co i wozy kopalniane.

Sposób odlewu wody skrzyniami, przy pomocy maszyny wyciągowej, jest bardzo dobry przy pogłębianiu szybów, bo pozwala obyć się bez pomp, ale w kopalniach już urządzonych może mieć tylko niewielkie zastosowanie, bo zawsze jest kosztowniejszy, aniżeli odlew wody maszynami wodociągowymi. Koszty odlewu jednego metra sześciennego wody z głębokości 100 metr. zapomocą skrzyń obliczają w kopalniach w północnej Francyi, gdzie ten spo-

sób często bywa stosowany, co najmniej na 5 centymów, gdy tymczasem odlew tej samej ilości wody i z takiej samej głębokości maszynami wodociągowymi obliczają tylko na 3, a nawet na $2\frac{1}{2}$ centyma.

W kopalni Preussen w Westfalii, przy pogłębianiu szybu, wodę odlewano skrzyniami w ten sposób, że na 4 metry powyżej dna szybu ustawiono zbiornik, do którego wodę pompowano z dna szybu zapomocą pulsometru, a z tego zbiornika czerpano ją skrzyniami o pojemności 6 metr. sześć., zawieszonemi na linach, idących od maszyny wyciągowej.

Chodniki wodne. Ponieważ woda może być odlewana skrzyniami, podnoszonemi maszynami wyciągowymi, tylko w pewnych godzinach, zwykle w nocy, gdy nie ma wydobycia i gdy maszyna wyciągowa odpoczywa, przy tego więc rodzaju odlewie muszą być urządzone dla wody oddzielne zbiorniki, czyli tak zwane chodniki wodne, o pojemności dostatecznej dla pomieszczenia przypływu całego dnia, lub całej doby. Podobny zbiornik urządzają, prowadząc na pewnej głębokości pod chodnikiem głównym, oddzielny chodnik wodny, takiej długości i takiego poprzecznego przekroju, aby pojemność jego była dostatecznie wielką dla pomieszczenia tej ilości wody, jaka przypływa do kopalni w ciągu tego czasu, podczas którego jej odlew się nie odbywa. Następnie zaś przeprowadzony chodnik wodny łączy go zapomocą przecznicy z żoMPIEM szybu wyciągowego.

W kopalniach węgla, w których odbudowuje się kilka pokładów, przeciętych przecznicą idącą od szybu, zbiornik dla wody urządzają następującym sposobem:

Od żompia *a* (fig. 708 i 709), który powinien mieć około 10 metr. głębokości, pędzą krótką przecznicę *b* do najbliższego pokładu węgla, następnie, od tej przecznicy prowadzą w obie strony chodnik wodny *cc* (fig. 709), który łączą z chodnikiem głównym *dd* pochylniami *pp*. Chodniki wodne *cc* mają spadek w stronę przecznicy *b*, a przecznica *b* ma spadek w stronę żompia *a*. Woda spływa do zbiornika po pochylniach *pp*. Dlatego zaś, aby w razie potrzeby można było zatrzymać wodę w zbiorniku i nie dopuścić jej do żompia, w przecznicy *b* często robią tamę z drzwiami, lub też tamę, w której osadzają rurę z kranem. Gdy kran jest zamknięty, woda do żompia spływać nie może.

Podobne zbiorniki, o pojemności, o ile można jaknajwiększej, należy urządzać i wtedy, gdy woda odlewa się maszynami wodo-

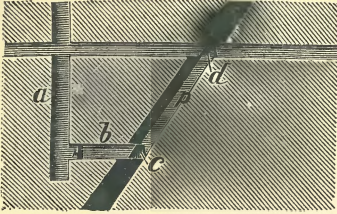


Fig. 708

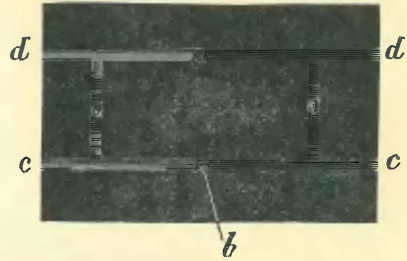


Fig. 709.

ciągowemi, szczególnie też, jeżeli dla jej odlewu służą maszyny podziemne, aby, w razie zepsucia się maszyny, kopalnia nie mogła być zalana wprzód, aniżeli maszyna zostanie naprawiona.

Odlew wody maszynami wodociągowemi.

Pompy górnicze. Pompy zaczęto używać w kopalniach dopiero w połowie XV-go wieku. Pierwsze pompy górnicze składały się z rury ssącej i rury tłokowej, bez rury wierzchniej. Były to pompy niskie, z których woda wylewała się bezpośrednio nad tłokiem. Kilka takich pomp ustawiano jedna nad drugą, i każda z nich podnosiła wodę do bezpośrednio wyżej nad nią ustawionej, przyczem rura ssąca wierzchniej pompy stała w skrzyni, do której się wlewała woda z dolnej pompy. Znacznie później dodano w pompach rurę wierzchnią i dopiero od tej chwili był prawdziwy postęp, bo rozwiązane zostało zadanie podnoszenia wody na bardzo znaczne wysokości.

Pompy górnicze mogą być podzielone na dwie klasy: *pompy podnoszące*, mające tłok wewnątrz próżny, zakrywający się klapą, na której tłok podnosi wodę do góry i *pompy tłoczące*, mające tłok pełny, zapomocą którego woda zostaje wtłoczona do wierzchniej kolumny rur.

Pompy podnoszące. Pompami podnoszącemi nazywają pompy, w których nad rurą tłokową znajduje się rura wierzchnia, służąca do podnoszenia wody. Słup wody, wypełniający tę rurę, spoczywa na tłoku i podnosi się wraz z nim, przy każdym sko-

ku aż do otworu odpływowego, zrobionego w najwyższym punkcie rury. Pompa podnosząca składa się z następujących części (fig. 710): *a* rura ssąca, zaopatrzona w górnej części w przepustnicę ssącą *b*, a w dolnej *smokiem* *c*, to jest siatką, która służy do tego, aby okruchy skał i inne przedmioty nie mogły się przedostawać do pompy. Długość rury ssącej nie przenosi 4 metr., *d* rura tłokowa, wewnątrz której znajduje się tłok, przedstawiający krótki cylinder wewnątrz próżny, który się z wierzchu zamyka przepustnicami *oo*. Tłok jest opatrzony kołnierzem skórzanym, szczelnie przystającym do rury tłokowej, a sama rura tłokowa musi być wewnątrz bardzo starannie obtoczona.

Nad rurą tłokową znajduje się rura wierzchnia *w*, składająca się z całej seryi krótkich rur z żelaza lanego, ześrubowanych z sobą i tworzących jedną wysoką kolumnę, w której porusza się naprzemian do góry i na dół trzon, połączony z tłokiem.

Dla udogodnienia naprawy przepustnic, które potrzeba wykonywać od czasu do czasu, do wierzchniego końca rury ssącej i wierzchniego końca rury tłokowej są przytwierdzone skrzynki *s* *s*, zamykające się denkami *r*, przyśrubowanymi z boku. Po odjęciu denka przepustnica może być łatwo wyjęta i naprawiona lub zastąpiona przez inną. Nareszcie, aby mieć możność naprawy przepustnic nawet i wtedy gdy pompa jest zatopiona, średnicę rury wierzchniej *w* robią cokolwiek większą od średnicy rury tłokowej *d*, tak, że w razie potrzeby, przez górny otwór rury wierzchniej można wyjąć trzon tłokowy, tłok i przepustnicę ssącą. Tę ostatnią wyjmują zapomocą chwytaczy w rodzaju tych jakie używają przy robotach wiertniczych.

Działanie pompy jest następujące. Przy podnoszeniu tłoka do góry, powietrze rozrzedza się w rurze tłokowej, wskutek czego wo-

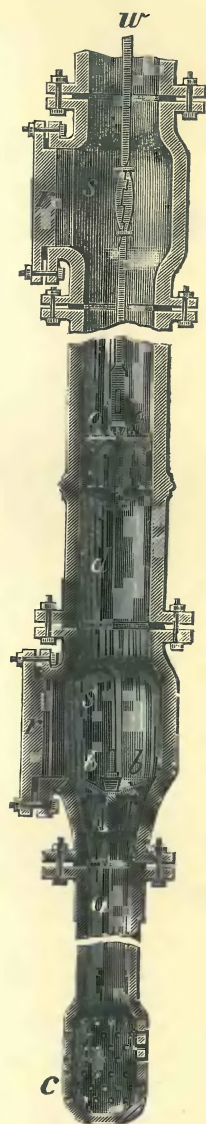


Fig. 710.

da, pod ciśnieniem atmosfery, wchodzi do rury ssącej, otwiera przepustnicę i przedostaje się pod tłok. Przy opuszczaniu się tłoka woda, znajdująca się w rurze tłokowej, ciśnieniem swoim zamyka przepustnicę ssącą, a natomiast otwiera przepustnicę w tłoku, przez którą przechodzi do rury wierzchniej. Po kilku poruszeniach tłoka do góry i na dół, woda całkowicie wypełnia rurę wierzchnią, a następnie zaczyna się wylewać przez wierzch rury.

Teoretycznie wysokość rury ssącej, aż do najwyższego położenia tłoka, może być równą 10 metrom, to jest ciśnieniu jednej atmosfery, w praktyce jednak nie przyjmuje się więcej nad 6—8 metrów.

Oznaczywszy przez S płaszczyznę przekroju rury tłokowej, przez s płaszczyznę przekroju trzona tłokowego i przez h wysokość skoku tłoka, objętość wody (teoretyczna) wylewającej się przez wierzch rury, przy podnoszeniu tłoka, będzie równą

$$(S-s) h$$

a objętość wody wylewającej się przy opuszczaniu się tłoka

$$s h,$$

bo przy podnoszeniu się tłoka, część trzona tłokowego o objętości $s h$ będzie się wynurzała z wody, a przy opuszczaniu się tłoka też sama część trzona tłokowego będzie się zanurzała w rurze. Jeżeli trzon jest cienki tak, że $s h$ w stosunku do $S h$ jest bardzo małe, wylewanie się wody w ilości $S h$ będzie miało miejsce tylko przy podnoszeniu się tłoka.

Pompy podnoszące należą do najstarszych urządzeń kopalnianych jeszcze i dziś używanych. Budowa ich jest prosta i dogodna, naprawy zaś tłoka i przepustnic można wykonywać nawet i wtedy, gdy pompa jest zatopiona. Przedstawiają zaś tę wielką niedogodność, że trzon tłokowy znajduje się wewnątrz pompy, w razie więc uszkodzenia którejkolwiek z rur, aby wyjąć uszkodzoną rurę, potrzeba rozebrać znaczną część trzonu. Z tych względów, w niektórych kopalniach, rurę wierzchnią ustawiają z boku rury tłokowej, tak, że trzon tłokowy znajduje się nazewnątrz rur (fig. 711) i przechodzi przez pakunek dławnicowy. Tego rodzaju pompy są pod tym względem dogodne, że przystęp do trzonu tłokowego i do rur jest ze wszystkich stron otwarty, uszkodzone więc części trzonu i rur z łatwością mogą być wyjęte i naprawione. Lecz pod innemi względami pompy te są mniej dogodne od wyżej opisanych, ponieważ zajmują w szybie daleko więcej miejsca, a prócz tego, jeżeli pompa jest zatopiona, naprawa tłoka i przepustnicy w rurze ssącej staje się niemożliwą.

Uszkodzenie pomp podnoszących. Uszkodzenie pompy podnoszącej może nastąpić wskutek zepsucia się przepustnicy ssącej lub przepustnicy tłokowej, zepsucia się kołnierza skórzanego na tłoku, zanieczyszczenia smoka, którym się kończy rura ssąca, lub zanieczyszczenia samej rury ssącej, nareszcie wskutek uszkodzenia pakunku między kołnierzami rur ssącej i tłokowej.

W razie uszkodzenia przepustnicy ssącej, woda wślacza się napowrót do rury ssącej i nie wchodzi do rury wierzchniej.

Jeżeli kołnierz skórzaný wokoło tłoka jest zużyty, lub też jeżeli jest uszkodzona przepustnica tłokowa, woda może wchodzić do rury wierzchniej, ale przy podnoszeniu się tłoka, woda znajdująca się nad tłokiem nie podnosi się do góry i nie wylewa się z rury wierzchniej.

Jeżeli połączenie między kołnierzami rur ssącej i tłokowej nie jest uszczelnione, w takim razie pompa wciąga powietrze, co łatwo jest poznać, ponieważ wtedy przy podnoszeniu tłoka daje się słyszeć szczególnego rodzaju świst, a prócz tego pompa nie będzie wciągała wody, a przynajmniej będzie jej wciągała bardzo mało.

Jeżeli nareszcie, wskutek nagromadzonych nieczystości, pozatykały się otwory w smoku, lub też zatkałą została sama rura ssąca, to przy podnoszeniu do góry tłoka, powietrze pod tłokiem będzie się rozrzedzało, ale kłapa w wentylu ssącym nie będzie się otwierała i pompa nie będzie wciągała wody.

Pompy tłoczące. Pompy tłoczące składają się z następujących części (fig. 712, 713 i 714): rury tłokowej *a*, tłoka *b* przedstawiającego rurę u dołu zamkniętą, rury ssącej *c*, rury wierzchniej, to jest rury tłoczącej *d*, skrzynki *r* z przepustnicą ssącą i skrzynki *s* z przepustnicą tłoczącą. Tłok jest przytwierdzony do trzonu (fig. 712) zapomocą kronsztyny żelaznej *k* i płyty wzmacniającej.

Są trzy typy pomp tłoczących, w pierwszym, który jest naj-

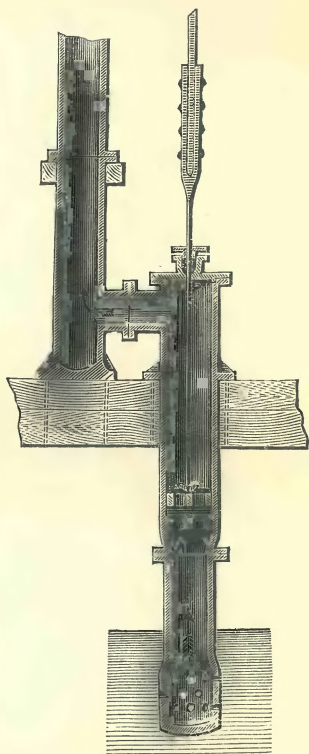


Fig. 711.

bardziej rozpowszechniony, rura tłokowa *a* spoczywa na legarach *m* (fig. 712), a rura ssąca jest z boku rury tłokowej. W pompach drugiego typu (fig. 713) rura ssąca znajduje się pod rurą tłokową i sta-

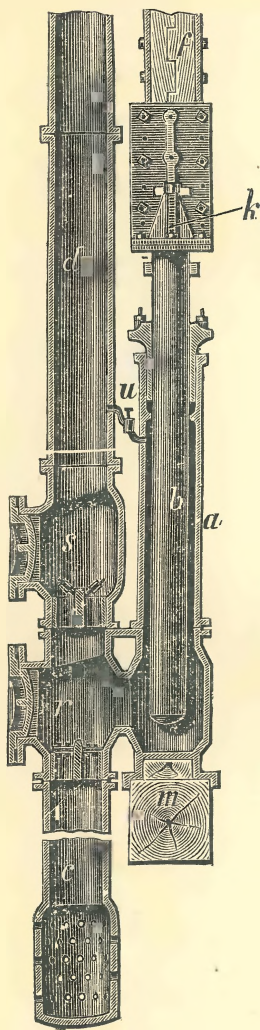


Fig. 712.

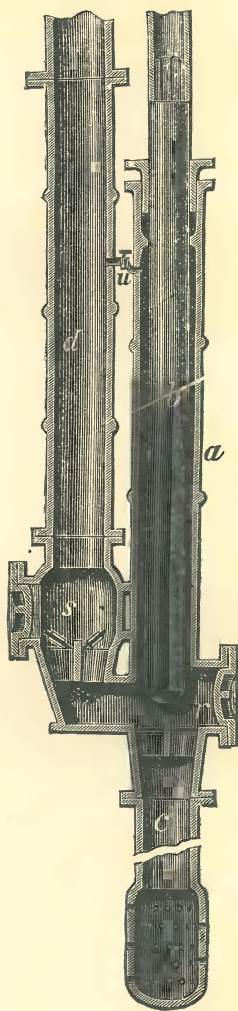


Fig. 713.

nowi jakby jej przedłużenie. Pompy tego typu przedstawiają tę niedogodność, że w razie złamania się trzonu tłokowego, tłok spada na przepustnicę ssącą i powoduje znaczne uszkodzenia, gdy tymczasem w pompach pierwszego typu, w razie złamania się trzo-

nu, tłok uderza w belkę *m*, nie wyrządzając żadnych innych uszkodzeń. W obudwie tych typach rura tłokowa *a* musi być połączona z rurą tłoczącą *d* zapomocą oddzielnego przyrządu *u*, służącego do wypuszczania z rury tłokowej zgęszczonego powietrza, o czem będzie powiedziane dalej.

Wewnętrzna średnica rury tłokowej w obudwie typach tych pomp jest tylko o 2 do 3 centym. większą od średnicy tłoka.

Pompy trzeciego typu odróżniają się od dwóch poprzedzających tem, że rura tłocząca *d* (fig. 714) jest połączona nie z dolną, lecz z górną częścią rury tłokowej *a* i skrzynka z przepustnicą tłoczącą znajduje się nad rurą tłokową. W pompach tego typu, woda wprzódki aniżeli się przedostanie do rury tłoczącej *d*. musi przejść przestrzeń między tłokiem a wewnętrznymi ścianami rury, przez całą wysokość rury tłokowej *a*. Dlatego też średnica rury tłokowej musi być większą aniżeli średnica rury tłokowej w pompach dwóch pierwszych typów. Z czego wypada, że rura tłokowa musi być cięższa i droższa.

W tych pompach przestrzeń między tłokiem i rurą tłokową gra rolę rury tłoczącej, płaszczyzna więc poprzecznego przekroju tej przestrzeni nie może być mniejszą od poprzecznego przekroju tłoka, to jest stosunek średnicy tłoka do średnicy rury tłokowej powinien być równym 1,4.

Działanie pompy tłoczącej jest następujące:

Przy podnoszeniu tłoka do góry, powietrze rozrzedza się w rurze tłokowej, wskutek czego woda, pod ciśnieniem atmosfery, otwiera przepustnicę ssącą i wchodzi do rury tłokowej. Przy opuszczaniu się tłoka, które następuje wskutek ciężaru trzonu i same-

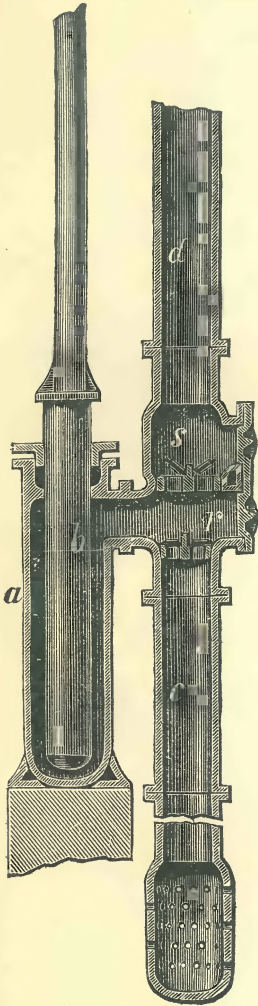


Fig. 714.

go tłoka, a po części i wskutek ciśnienia wywieranego przez maszynę, woda w rurze tłokowej zamyka przepustnicę ssącą, a natomiast otwiera przepustnicę tłoczącą i przedostaje się do rury tłoczącej.

Ponieważ opuszczanie się tłoka w pompach tłoczących następuje głównie tylko wskutek ciężaru trzonu i ciężaru samego tłoka, więc tłok wtedy tylko może się opuszczać powoli i prawidłowo, jeżeli, przy swem opuszczaniu się stale napotyka opór zmniejszający jego prędkość, to jest jeżeli cała wolna przestrzeń w rurze tłokowej jest wypełniona wodą. Gdyby rura tłokowa, dla jakiegokolwiek przyczyny, nie napełniła się wodą, np. gdyby połączenie między rurami ssącą i tłokową nie było uszczelnionem i pompa zamiast wody wciągała powietrze, w takim razie tłok, nie znajdując przy swem opuszczaniu się żadnego oporu, w jednej chwili upadłby na dno rury tłokowej i spowodowałby uszkodzenie pompy. Widzimy więc, że w pompach tłoczących najmniejsza ilość powietrza, wciągniętego przez rurę ssącą, może spowodować silne wstrząśnienie tłoka, a nawet i uszkodzenie pompy. Z tej przyczyny pompy tłoczące nie mogą być używane przy pogłębianiu szybów, ponieważ tam poziom wody często się zmienia i może się tak obniżyć, że część smoka zostanie obnażoną i pompa będzie wciągała powietrze.

Woda wchodząca do rury tłokowej zawsze zawiera w sobie pewną ilość powietrza, a ponieważ w rurze tłokowej jest prawie że próżnia, rozpuszczone więc w wodzie powietrze zaczyna się z niej wydzielać i zbierając się w górnej części rury tłokowej, stopniowo nagromadza się w takiej ilości, że przy następnych podnoszeniach tłoka, próżnia w rurze tłokowej już się nie może utworzyć, przepustnica więc ssąca przestaje się otwierać, a przynajmniej otwiera się niezupełnie i rura tłokowa nie napełnia się wodą całkowicie. Gdy to nastąpi, tłok, opuszczając się, nie znajduje dostatecznego oporu, zaczyna więc spadać raptownie, a gdy dojdzie do poziomu wody, prędkość jego w jednej chwili się zmniejsza i dalej opuszcza się prawidłowo. Przy każdym więc opuszczaniu się tłoka, następują silne i niebezpieczne dla całości pompy wstrząśnienia.

Dla zaradzenia temu służy przyrząd *u* (fig. 712 i 713), przedstawiający rurkę łączącą górną część rury tłokowej z rurą tłoczącą. W tej rurce znajduje się mała przepustnica, otwierająca się przy każdym podnoszeniu się tłoka, tak, że wydzielające się z wody powietrze zaraz wchodzi do rury tłoczącej. Dla regulowania ruchu pomp tłoczących i dla zastosowania ich działania do wielkości przyływu wody, w celu całkowitego zapobieżenia wciąganiu powietrza

do pompy, maszyny wodociągowe urządzają w ten sposób, aby pauzy między skokami tłoka, w punktach martwych, można było robić dowolnie długie.

Ten cel osiąga się za pomocą oddzielnych przyrządów zwanych kataraktami, o których będzie powiedziane dalej.

Ponieważ pompa tłocząca nie może wciągać powietrza, więc przed puszczeniem jej w ruch należy koniecznie rurę tłokową, a także i przestrzeń pomiędzy przepustnicami, ssącą i tłoczącą napełnić wodą.

Dlatego zaś, aby w razie, gdy zajdzie potrzeba otwarcia skrzynki przepustnicowej można było wodę ją wypełniającą spuścić do żompia; rura pozioma łącząca tę skrzynkę z rurą tłokową, powinna być połączona, za pomocą cienkiej rurki, z rurą ssącą.

Porównywując pompy tłoczące z pompami podnoszącymi, trzeba oddać pierwszeństwo pompom tłoczącym.

W pompach podnoszących kołnierz skórzany około tłoka, jeżeli tylko woda jest nieczysta, a co się prawie zawsze zdarza w kopalniach, ściiera się nadzwyczajnie prędko, a jednocześnie ściiera się i wewnątrz rury tłokowej. W pompach tłoczących zamiast kołnierza skórzanego jest tylko dławnica pakunkowa, do której woda nieczysta nie dochodzi, jeden więc i ten sam pakunek może służyć bardzo długo.

W pompach tłoczących, pomiędzy tłokiem i rurą tłokową zostaje się pusta przestrzeń, rura więc tłokowa nie potrzebuje być wewnątrz szlifowaną, należy tylko oszlifować tłok, obtoczenie zaś i oszlifowanie tłoka jest daleko łatwiejszem od obtoczenia i oszlifowania wnętrza rury tłokowej.

Wszelkiego rodzaju naprawy dławnicy pakunkowej są łatwiejsze i wymagają mniej czasu aniżeli naprawy kołnierza skórzanego w pompach ssących. Dobrze zrobiony pakunek może służyć więcej aniżeli rok czasu, gdy tymczasem kołnierz skórzany, jeżeli tylko woda jest nieczysta, służy zaledwie kilka tygodni.

Urządzenie szybu wodnego. Robiąc rurę tłoczącą odpowiedniej wysokości, możnaby za pomocą jednej pompy, podnieść wodę prawie na nieograniczoną wysokość. Tak np. jeżeliby rurę wierzchnią zrobić na wiorstę lub więcej długą, możnaby za pomocą jednej pompy odlewać wodę z najgłębszych szybów. Tego ro-

dzaju jednak urządzenie przedstawiałoby zbyt wiele niedogodności.

W miarę powiększania się głębokości szybu, wzrasta i ciśnienie kolumny wody wypełniającej rurę tłoczącą, gdyby więc, na

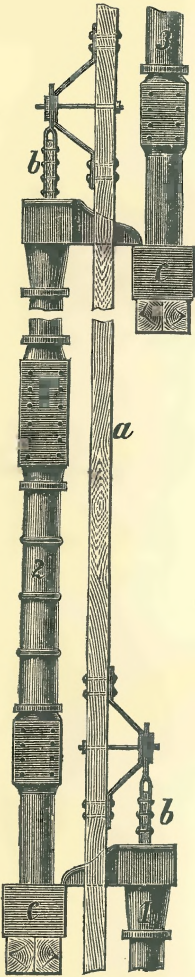


Fig. 715.

całej wysokości szybu, była ustawiona tylko jedna pompa, dolne części pomp musiałyby mieć nadzwyczajną grubość, pakunek około tłoka niszczyłby się bardzo prędko, jak również niszczyłby się prędko pakunki między kołnierzami rur. Z tej więc przyczyny, gdy wysokość, na którą trzeba wodę podnosić, jest znaczną, a maszyna odwadniająca jest ustawioną na powierzchni ziemi, szyb rozdzielają na kilka oddzielnych części, to jest pięter i w każdej z tych części ustawiają oddzielną pompę, tak, że pompa znajdująca się w oddziale niżej leżącym podaje wodę pompie ustawionej w oddziale bezpośrednio nad nim leżącym. Tym sposobem woda przelewa się z jednej pompy do drugiej tyle razy, na ile części szyb jest podzielony, a każda z pomp podnosi wodę tylko na taką wysokość, jaka jest głębokość tej części szybu, w której pompa jest ustawioną. Tego rodzaju urządzenie szybu wodnego z trzema pompami podnoszącymi przedstawia figura 715. Przez całą głębokość szybu przechodzi trzon główny *a*, który wprowadza w ruch maszyna odwadniająca, ustawiona na powierzchni ziemi. Do tego zaś trzonu przytwierdzają trzony tłokowe *b* wszystkich pomp podających sobie wodę. Pompy wylewają wodę albo do małych zbiorników *c* (fig. 715), albo też rurę wierzchnią *r* pompy dolnej (fig. 716) wydłużają w ten sposób, aby po-

ziom wody w niej był powyżej przepustnicy ssącej w pompie piętra górnego, tak, że woda z rury *r* sama się wlewa do rury ssącej *s*.

Zwykle w najniższej części szybu ustawiają pompę podnoszącą, która ciągnie wodę wprost z żompia, a nad nią dopiero pompy tłoczące. W żompie nie należy ustawiać pompy tłoczącej dla-

tego, że w pompach tłoczących rura ssąca jest zawsze bardzo krótka wentyle więc pompy musiałyby być umieszczone głęboko w żołądku, co byłoby połączone z wielkimi niedogodnościami, bo przy znaczniejszym przypływie mogłyby być często zatapiane.

Urządzając szyb w ten sposób zmniejszamy ciśnienie wody na ściany rur, na przepustnice i na pakunki, wszystkie więc te części mniej cierpią i nie potrzebują tak częstej naprawy. Z drugiej jednak strony, ponieważ tych części jest więcej, więc i szanse zepsucia się każdej z nich są także większe.

W pompach, w których trzon, opuszczając się, tłoczy wodę własnym swoim ciężarem, co się zdarza najczęściej, ciężar głównego trzonu przy tego rodzaju urządzeniu szybu, może być daleko mniejszym.

Rozdzielenie szybu na piętra i ustawienie na każdym piętrze oddzielnej pompy jest niezbędnem w szybach, którym grozi zatopienie na znaczną wysokość, bo w razie zepsucia się dolnej pompy, przypływ można przezwyciężyć pompami ustawionymi w wyższych oddziałach szybu.

Jeżeli jednak urządzenie szybu wodnego z pompami ustawionymi jedna nad drugą przedstawia pewne dogodności, to z drugiej strony jest ono znacznie kosztowniejszem i zajmuje o wiele więcej miejsca. Dlatego też wysokość każdej z pomp starają się robić o ile można jaknajwiększą. Przy pompach podnoszących wysokość pompy wynosi od 30 do 40 metrów, a przy pompach tłoczących od 60 do 100 a nawet i więcej metrów. Wysokość pomp podnoszących nie powinna przekraczać 40 metr., ponieważ tłoki tych pomp nie wytrzymują większego ciśnienia. Przy większych wysokościach tłoki tak często się psują, że wymagają ciągłej naprawy, wskutek czego odlew wody staje się niemożliwym.

W szybie wodnym powinny być ustawione drabiny i urządzone spoczniki na wszystkich poziomach, na których może się zdarzyć potrzeba naprawy pompy, lub potrzeba jej zrewidowania.

Różnica średnic rur w pompach ustawionych jedna nad drugą. W każdej pompie, chociażby wszystkie jej części były jaknajstaranniej do siebie dopasowane, pewna ilość wody zawsze się traci. Gdyby więc średnica rur w pompie ustawionej w górnym piętrze była taka sama jak średnica rur w pompie ustawionej pod nią, to przy jakiegokolwiek niedokładności w działaniu pompy dolnej,

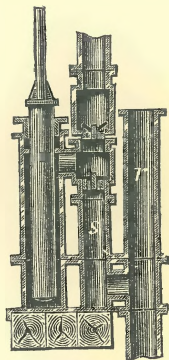


Fig. 716.

pompa ta dostarczałaby mniej wody aniżeli pompa górna byłaby w stanie wciągać. Wskutek czego poziom wody w zbiorniku, z którego pompa górna ją czerpie, mógłby się tak obniżyć, że smok wynurzyłby się z wody i pompa wciągałaby powietrze. Dla zapobieżenia temu średnica rur w pompie ustawionej w piętrze górnym powinna być zawsze cokolwiek mniejszą od średnicy rur w pompie dolnego piętra. Zwykle średnicę rur w pompie dolnej robią od $\frac{1}{2}$ do 1% większą od średnicy rur w pompie bezpośrednio nad nią ustawionej.

Pompa Rittingera (fig. 717 i 718). Pompa Rittingera jest jednocześnie pompą podnoszącą i tłoczącą, a prócz tego jest to pompa o działaniu podwójnem, która odlewa wodę przy podnoszeniu i przy opuszczaniu tłoka.

Urządzenie tej pompy jest następujące: Między rurą ssącą *a* i rurą tłoczącą *b*, które są osadzone nieruchomo, znajduje się ruchoma rura *c d*, połączona z podwójnym trzonem *n n* idącym od maszyny odwadniającej, która wprowadza w ruch tę rurę. Rura *c d* otrzymuje ruch do góry i na dół i pełni rolę tłoka. Rura ssąca *a* u góry kończy się skrzynką *s*, w której znajduje się przepustnica ssąca *v*. Nad rurą *a* jest rura tłokowa *o*, zakończona u góry dławnicą pakunkową *p*, w którą wchodzi tłok *d*. Tłok *d* składa się z dwóch rur *c i d*, połączonych skrzynką *w*, w której się znajduje przepustnica tłocząca *t*. Właściwie mówiąc, tłok stanowi tylko rura *d*, umieszczona poniżej skrzynki *w*, rura zaś *c*, nad skrzynką, odgrywa rolę rury tłoczącej. Na końcu tej rury jest dławnica pakunkowa *r*, w którą wchodzi pozostała część *b* rury tłoczącej. Rura *R* jest przedłużeniem rury tłoczącej, należącej do pompy ustawionej w piętrze niżej leżącym, służy ona jako zbiornik, z którego woda wlewa się do rury ssącej *a* (patrz fig. 716).

Działanie pompy jest następujące: Przypuśćmy że rury *a, d, c* i *b* są napełnione wodą. Gdy tłok, to jest rura *d*, podnosi się do góry, woda zawierająca się w tej rurze także razem z nią podnosi się do góry, bo rura *d* jest u góry zamknięta przepustnicą tłoczącą *t*, która pod ciśnieniem słupa wody zawartego w rurze wierzchniej *b* otworzyć się nie może. W rurze więc tłokowej robi się próżnia i woda z rury ssącej *a* wchodzi pod tłok.

Jednocześnie woda znajdujaca się w rurze *c* nad przepustnicą tłoczącą *t* podnosząc się razem z tłokiem do góry, wylewa się na zewnątrz przez otwór górny rury *b*.

Objętość wody wylewającej równa się objętości tej części

rury *b*, jaka się zanurza przy podnoszeniu się tłoka, to jest równa się objętości walca, mającego wysokość równą długości skoku

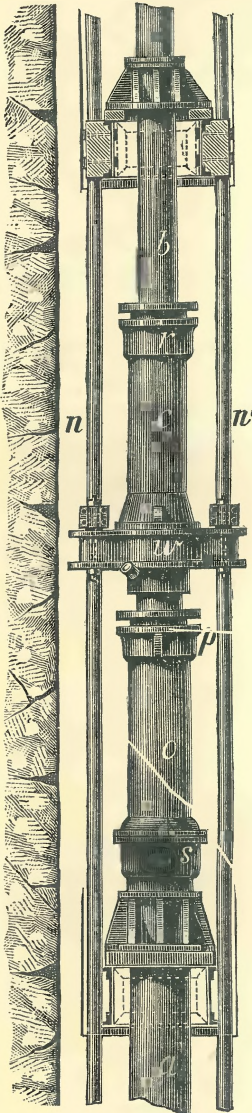


Fig. 717.

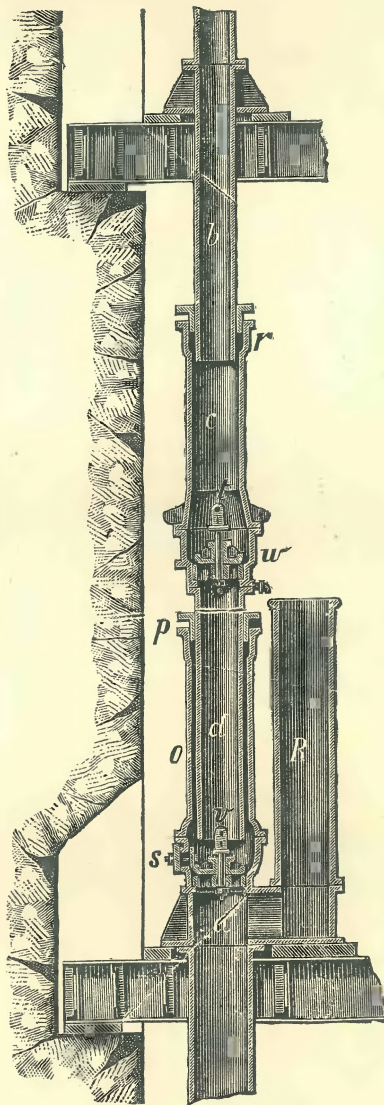


Fig. 718.

tłoka, a za podstawę koło o średnicy równej zewnętrznej średnicy rury *b*.

Gdy tłok opuszcza się na dół, przepustnica tłocząca otwiera

się i cała ilość wody zawierającej się w rurze d zostaje wtłoczona do rury c . Lecz ponieważ średnica rury d jest większą od zewnętrznej średnicy rury b , a w rurze c może się pomieścić tylko objętość wody równa objętości tej części rury, jaka przy podnoszeniu się tłoka zanurzyła się w rurze c , cała więc zbywająca ilość wody przechodzi do rury tłoczącej b i wylewa się na zewnątrz. Tym sposobem chociaż pompa wciąga wodę tylko przy podnoszeniu się tłoka, to jednak woda wylewa się z niej przy podnoszeniu i przy opuszczaniu się tłoka.

Jeżeli objętość wody, wciąganej przez pompę, przy podnoszeniu się tłoka nazwiemy przez O , a objętość wody wylewającej się z pompy, w tym samym czasie, przez o , to objętość wody wylewającej się przy opuszczaniu się tłoka będzie równa $O - o$.

Dlatego więc, aby jednakowa ilość wody wylewała się, przy podnoszeniu się i opuszczaniu tłoka, potrzeba, aby płaszczyzna poprzecznego przekroju rury b , wzięta na zewnątrz ścian rury, była o połowę mniejszą od płaszczyzny poprzecznego przekroju rury d wziętej wewnątrz ścian rury. Oznaczwszy przez d średnicę zewnętrzną rury b i przez D średnicę wewnętrzną rury d , to $\frac{\pi d^2}{4}$ powinno być równe $\frac{1}{2} \frac{\pi D^2}{4}$ to jest

$$d^2 = \frac{D^2}{2}$$

$$\text{ i } \quad d = \frac{D}{\sqrt{2}} = 0,707 D.$$

Średnica wewnętrzna rury b , to jest średnica kolumny wody wylewającej się przez rurę b , zależy od tego, jaką prędkość chcemy nadać wodzie podnoszącej się w rurze b . Jeżeli tę średnicę oznaczmy przez d , prędkość z jaką woda podnosi się w rurze b przez v , a prędkość z jaką woda wchodzi pod tłok przez v_1 , to ponieważ objętość wody wylewającej się z rury b , w ciągu jednej sekundy, ma być równą połowie objętości wody, wchodzącej w tym samym czasie pod tłok, to

$$\frac{\pi d_1^2}{4} v = \frac{1}{2} \frac{\pi D^2}{4} v_1, \quad \text{skąd}$$

$$d = D \sqrt{\frac{v_1}{2v}} = 0,707 D \sqrt{\frac{v_1}{v}}.$$

Przy $v_1 = 0,30$ m. i $v = 1,80$ m. $\frac{v_1}{v} = \frac{1}{6}$, skąd

$$\sqrt{\frac{v_1}{v}} = 0,4 \text{ i } d = 0,28 D.$$

Wyżej wskazane wartości są w praktyce maksymalne, jeżeli więc przyjmiemy jako minimum $v=0,15$ i $v_1=1,20$, otrzymamy:

$$d = 0,7 D \sqrt{\frac{1}{8}} = 0,25 D.$$

Średnica więc wewnętrzna rury b powinna być mniej więcej równą 0,265 średnicy zewnętrznej rury stanowiącej tłok.

Pompy Rittingera działają bardzo dobrze i oddają wielkie usługi szczególnie tam, gdzie woda pompowana zawiera piasek lub wogóle okruchy skał, jak np. przy pogłębianiu szybów.

Pompę Rittingera urządzają jeszcze w ten sposób, że na tłoku d , zamiast krótkiej rury c ustawiają całą kolumnę rur ruchomych, dochodzącą prawie do wierzchu szybu; rurę zaś b , nieruchomą, robią bardzo krótką. Pompy tego rodzaju przedstawiają tę dogodność, że nie mają trzonu, idącego od maszyny przez całą głębokość szybu, a tylko krótki trzon, idący od ruchomej rury c , która w takim razie dochodzi prawie do samego wierzchu szybu, zajmują więc w szybie bardzo mało miejsca. Są jednak niedogodne pod tym względem, że w rurze ruchomej, która wtedy pełni rolę trzonu i jest naprzemian to ścisną to wyciąganą, pakunki na kołnierzach bardzo prędko się psują i wymagają ciągłej naprawy.

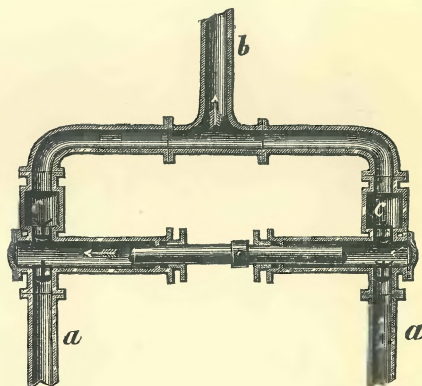


Fig. 719.

Pompy bliźniacze. Dla otrzymania pompy o działaniu podwójnem łączą z sobą dwie pompy o działaniu pojedynczem, jak to ma miejsce zawsze przy maszynach odwadniających podziemnych. Figura 719 przedstawia dwie połączone z sobą pompy tłoczące, między którymi ustawia się maszynę parową, która wprowadza je w ruch, a rury ssące, zakończone u góry przepustnicami, c c przepustnice tłoczące, b rura tłocząca, wspólna dla obudwóch pomp; przez nią woda się wylewa.

Takież same pompy bliźniacze, można otrzymać łącząc z sobą dwie pompy ssące, lub pompę ssącą z pompą tłoczącą.

Zalety pomp o działaniu podwójnem. Główna zaleta pomp o działaniu podwójnem polega na tem, że przy jednakowej ilości wody, jaką dostarcza pompa, rura tłocząca w pompie o działaniu podwójnem może mieć płaszczyznę przekroju o połowę mniejszą, aniżeli w pompie o działaniu pojedynczem.

W pompie o działaniu pojedynczem przy każdym podnoszeniu się tłoka, woda przychodzi w stan zupełnego spokoju i cisnąć na przepustnicę tłoczącą, powoduje silne wstrząśnienia i uderzenia przepustnicy, przy ruchu tłoka w stronę przeciwną. Gdy tymczasem w pompach o działaniu podwójnem, wskutek ciągłego ruchu wody w rurach, bieg pompy jest regularniejszy i spokojniejszy.

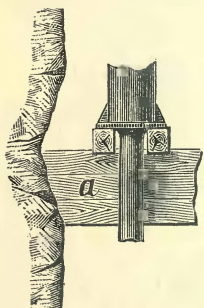


Fig. 720.

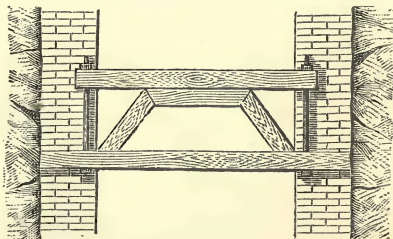


Fig. 721.

W pompach podnoszących o działaniu pojedynczem z jednym trzonem, trzon wytrzymuje ciśnienie całej ilości wody dostarczanej przez pompę tylko przy podnoszeniu się tłoka, gdy tymczasem w pompach o działaniu podwójnem ciśnienie to rozdziela się i działa równomiernie tak podczas podnoszenia się jak i podczas opadania tłoka, prócz tego, ponieważ w pompach o działaniu podwójnem, przy podnoszeniu się tłoka, podnosi się tylko połowa wody, trzon więc może być o połowę lżejszym.

Ustawianie pomp w szybach. Pompy powinny być tak ustawione, aby nie ciążyły na oprawie szybu, to jest, aby fundamenty pomp były całkowicie niezależne od oprawy szybu. Szczególnie też w szybach obudowanych oprawą murową, belki, na których są ustawione pompy, nie powinny być wpuszczane w oprawę, ponieważ wskutek wstrząśnień, jakich te belki doznają, mur może się rozkruszyć a czasami i rozsypać. Z tej samej przyczyny fundamenty murowane nie bardzo pod pompy mogą być zalecane.

Pompy ustawiają na belkach drewnianych, belkach z lanego żelaza, lub też belkach żelaznych, pewna sprężystość tych belek nie jest dla pomp szkodliwą, przy większej jednak sprężystości pompy są wystawione na daleko silniejsze wstrząśnienia. Czasami pompy ustawiają na sklepieniach z belek drewnianych, rzadziej na sklepieniach murowanych.

Małe pompy ustawiają na dwóch drewnianych belkach wpuszczonych w gniazda, zrobione w długich bokach szybu. Pompa ustawia się w ten sposób, że kołnierz rury tłokowej spoczywa na obudwu belkach, a rura ssąca i trzon tłokowy znajdują się w przestrzeni między temi belkami.

Cieęższe pompy ustawiają na belkach, końce których są ścięte ukośnie w postaci klina (fig. 720), lub też na belkach podpartych rozporami (fig. 721).

Bardzo ciężkie pompy ustawiają na sklepieniach z kłoców dębowych, ułożonych w wycięciach odpowiedniego kształtu, zrobionych w dłuższych bokach szybu (fig. 722). Kłocze dla sklepienia mają kształt klinów, dokładnie do siebie dopasowanych, od 73—74 ctm. grubych i 1,6 do 1,7 metra długich. Wycięcia w skale robią dłuższe od klinów, co jest niezbędnem na wypadek gdyby sklepienie opuszczało się pod ciężarem ustawionej na nim pompy. Kłocze obrabiają w ten sposób, aby promień łuku ograniczającego sklepienie był równym 10 metrów.

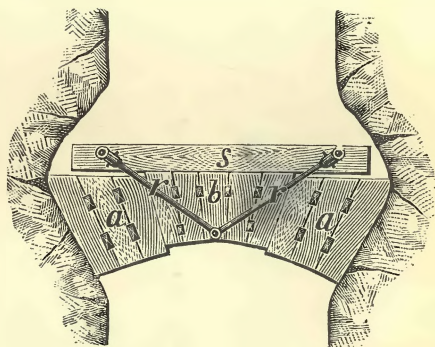


Fig. 722.

Sklepienie składa się z jedenastu klinów, rozdzielonych na trzy części, z których dwie boczne *aa* mają po 3 kliny, a środkowa *b* składa się z 5 klinów. Środkowa część tworzy klucz sklepienia. Kliny w każdej z trzech części są połączone z sobą poprzecznymi klinami w ten sposób, że tworzą jedną całość. Klucz jest łączony z belką *s*, na której się ustawia pompa, jest on w ten sposób dopasowany, że po wstawieniu go wystaje po nad boczne części *aa* na 10 do 11 ctm. Dlatego zaś aby pod ciśnieniem ustawionej na nim pompy, nie mógł się zanadto opuszczać i aby przez to nie nastą-

piło wygięcie belki *S*, po środku jej długości, końce belki *S* łączą żelaznymi ankrami *r r* ze środkiem klucza w najniższej jego części.

Pompy ustawiają bardzo często na belkach żelaznych, mających w poprzecznym przekroju kształt **I**.

W szybach z obudową wodnieprzenikliwą drzewną, belki żelazne pod pompy przyśrubowują do oprawy. W oprawie z la-

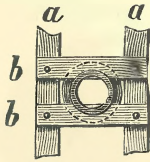


Fig. 723.

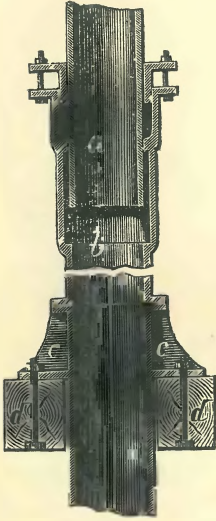


Fig. 724.

nego żelaza segmenty do których mają być przytwierdzone belki pod pompy, odlewają z gniazdami, w które wstawiają końce belek. Pod takimi jednak segmentami należy ułożyć parę wieńców podstawowych dobrze zaklinowanych.

W szybach z oprawą wodnieprzenikliwą murową, w oprawę wpuszczają skrzynki z lanego żelaza, a w tych skrzynkach umieszczają końce belek pod pompy.

Rury tłoczące podpierają belkami co 15 lub 20 metrów. Zwykle urządzają to w ten sposób, że na dwie belki *a a* wpuszczone w ściany szybu nakładają na poprzek dwie drugie krótkie belki *b b*, które przyśrubowują do pierwszych i na belkach *b b* ustawiają kołnierz rury (fig. 723).

Przy znacznej wysokości pompy ciężar rury tłoczącej może być bardzo wielki, gdyby więc rura wierzchnia tworzyła jednolitą kolumnę, to chociażby ta kolumna spoczywała na kilku

belkach, ułożonych na różnych poziomach, mogłoby się zdarzyć, że ciężar jej byłby rozłożony na belki nierównomiernie, tak że obciążenie jednych belek mogłoby być większe, a drugich mniejsze. Prócz tego w ten sposób ustawiona kolumna rur nie mogłaby się, przy zmianach temperatury w szybie, swobodnie rozszerzać. Aby uniknąć tych niedogodności, kolumnę rur tłoczących rozdzielają na oddzielne części, a raczej na oddzielne kolumny, wpuszczone jedna w drugą i połączone dławnicami pakunkowemi (fig. 724).

W tym celu dolny koniec rury *a*, wierzchniej kolumny, obtaczają i oszlifowują, a górny koniec rury *b*, dolnej kolumny, rozszerzają i wpuszczają w to rozszerzenie dolny koniec rury *a*, a między rurami *a* i *b* zakładają pakunek i przyśrubowują dławnicę. Każda kolumna jest opatrzona kronsztynami *c*, z szerokimi płytami, tworzącymi jedną całość z rurą. Na tych kronsztynach ustawiają rurę na belkach *d* i do nich przyśrubowują.

Gdy pompa jest w ten sposób ustawioną, belki wytrzymują ściśle oznaczony ciężar, wyrażający się wagą spoczywających na nich rur, ciężar zaś wierzchniej kolumny rur już się im nie udziela i rury mogą się, przy zmianach temperatury, swobodnie rozszerzać. Jeżeli pompa jest ustawioną na sklepieniu z kłoców dębowych, to przy osiadaniu sklepienia, będzie się opuszczała tylko dolna kolumna, nie obciążając wcale belek, podtrzymujących kolumnę wierzchnią. Nareszcie podnoszenie rur, jakie jest niezbędnem przy wszelkiego rodzaju naprawach, zostaje znacznie ułatwionem.

Tego rodzaju połączenie rur robią w odległości od 20 do 40 metr. jedno od drugiego. W każdym zaś razie przynajmniej jedno takie połączenie powinno być w każdej pompie, w górnej części rury tłoczącej.



Fig. 725.

Części składowe pomp.

Smok. Smokiem nazywają dolną część rury ssącej, która jest rozszerzoną i opatrzoną otworami, przez które woda wchodzi do pompy (fig. 725). Płaszczyzna wszystkich razem wziętych otworów powinna być większą od płaszczyzny poprzecznego przekroju rury ssącej, jest to niezbędne, ponieważ wody kopalniane zwykle bywają zanieczyszczone, niektóre więc otwory mogą być zatkane. Należy jednak zwracać baczną uwagę, aby one nie były nigdy pozatykane i aby pompa wciągała tylko taką wodę, która się już ustała. W tym celu w kopalniach urządzają zbiorniki, w których okruchy i męty zanieczyszczające wodę osiadają. W pompach tłoczących skrzynki przepustnicowe najczęściej psują się od tego, że pompa zamało wciąga wody, tłok więc nie spotykając dostatecznego oporu przy opadaniu, spada raptownie na powierzchnię wody, powodując silne uderzenie, które się odbija na trwałości ścianek skrzynki przepustnicowej.

Rury ssące. Rury ssące w pompach kopalnianych zwykle robią żelazne, a przy pogłębianiu szybów i gutaperkowe. Średnica rury ssącej zwykle wynosi $\frac{3}{4}$ średnicy tłoka, a czasami jest równą średnicy tłoka. Jeżeli woda jest nieczysta, średnicę rury ssącej lepiej jest robić równą średnicy tłoka, bo im mniejszą będzie przewodność wody, tem mniej części twardych tłok będzie wciągał do rury.

Długość rury ssącej w kierunku pionowym, to jest wysokość, na którą pompa wciąga wodę, przy pompach podnoszących wynosi od 4 do 8 metrów, przy tłoczących nie więcej nad 2 metry, tam zaś, gdzie pompa dolna łączy się z pompą górną w ten sposób jak przedstawia figura 716 (str. 219), woda wchodzi do rury ssącej pod pewnem ciśnieniem.

W pompach odlewających wodę z szybów, które się dopiero pogłębiają, w miarę tego jak głębokość szybu wzrasta, rura ssąca musi być przedłużana. W tym celu rurę ssącą robią podwójną, urządzając ją w ten sposób jak teleskop, a mianowicie na rurę ssącą nakładają drugą rurę, tworzącą jakby futerał, który może być podnoszony i opuszczany. Opuszczając futerał, rurę ssącą można przedłużyć, a podnosząc go do góry—można ją skrócić.

Rura tłokowa. Rury tłokowe zwykle wyrabiają z lanego żelaza. W pompach podnoszących, dla zaoszczędzenia kołnierza skórzanego przy tłoku, wewnątrz rury tłokowej musi być oszlifowane. Długość rury tłokowej powinna być nie wiele co większą od długości skoku tłoka. W pompach tłoczących wewnątrz rury nie potrzebuje być oszlifowane. Przy większej średnicy tłoka rurę tłokową wzmacniają, odlewając ją ze zgrubieniami w postaci żeber, odległość między którymi zależy od średnicy rury.

Rura tłokowa dolnym końcem przytwierdza się do tak zwanej płyty podstawowej, która jednocześnie służy za podstawę skrzynce przepustnicowej i rurze tłoczącej. Rura tłokowa zwykle jest przyśrubowana do belek, na których spoczywa i tylko w bardzo ciężkich pompach leży swobodnie na belkach bez przyśrubowania.

U góry rura tłokowa jest zakończona dławnicą pakunkową. Pakunek zwykle robią z konopi splecionych w warkocz dobrze napojony płynną mieszaniną oleju i sadła. Warkocz ten układa się we wgłębieniu puszki na kółku mosiężnem i przyciska dławnicą przyciągniętą śrubami. W dławnicy często robią kanał, przez który nalewają smar i przez który wychodzi także woda przeciskająca się przez pakunek. W miarę jak pakunek się zużywa, dławnicę

przyciągają śrubami, a gdy jest bardzo zużyty, zastępują go nowym.

Rury tłoczące. Rury tłoczące zwykle są z żelaza lanego, w bardzo zaś wysokich pompach żelazne. Każda rura z obu końców jest opatrzona kołnierzem. Na połączeniach rur, między kołnierze, wstawia się uszczelniający je pakunek. Pod kołnierzami, dla ich wzmocnienia, odlane są kronsztyny, a sama rura dla wzmocnienia odlewa się z dwoma żebrami, idącymi przez całą długość rury.

Średnica rur zależy od ilości wody i od prędkości, z jaką się ona podnosi w rurze, oznaczywszy przez d średnicę rury, przez v prędkość wody i przez M ilość wody podnoszącej się w rurze na sekundę (w metrach sześciennych) i przyjmując prędkość wody v równą od 1 i do 1,4 metra

$$d = 1,13 \sqrt{\frac{M}{v}}$$

Przy większej prędkości wody aniżeli 1,4 metra, wstrząśnienia przy zmianie kierunku tłoka byłyby bardzo silne. Dla zmniejszenia liczby połączeń długość rur starają się robić jaknajwiększą, z drugiej jednak strony długie rury są bardzo ciężkie i do ustawiania niedogodne.

Oznaczając przez e grubość ścian rur w milimetrach, przez p ciśnienie wody w rurach w atmosferach i przez d średnicę rury w metrach

$$e = 3 p d + 8 \text{ do } 4 p d + 8 \text{ milim.}$$

p nie można przyjmować mniej jak 3 atmosfery.

Rury łączą z sobą kołnierzami, między które wkładają uszczelniający pakunek. Jako pakunek używają krążki ołowiane, krążki miedziane, krążki z wulkanizowanego kauczuku, lub krążki żelazne owinięte flanelą, lub konopiami. Flanela lub konopie powinny być dobrze napojone tłuszczem.

Krążki ołowiane robią od 2 do $4\frac{1}{2}$ milim. grube, aby zaś lepiej połączyć rury, w jednym kołnierzu robią bruzdkę od 1 do 2 mm szeroką, a w drugim żeberko, które wchodzi w tę bruzdkę. Przy ześrubowywaniu kołnierzy ołów wciska się w bruzdkę i bardzo szczelnie przystaje. Krążki miedziane powinny być wycięte z jednego kawałka blachy i nielutowane.

Jest to jedno z najlepszych połączeń, które wytrzyma wysokie ciśnienie. Równie dobre uszczelnienie otrzymuje się wkładając między kołnierze krążek owinięty flanelą, lub pakułami, tyl-

ko przy uszczelnianiu pakułami powierzchnia kołnierzy musi być obtoczona.

Figura 726 przedstawia uszczelnienie zapomocą krążka z kauczuku wulkanizowanego. Krążek wstawiają we wgłębienie zrobione w kołnierzu, w które wchodzi żeberko drugiego kołnierza. Pod kauczuk podkładają pasek płótna.

Rury żelazne wyrabiają z blachy kotłowej nitowanej, zupełnie w ten sam sposób jak i kotły. Kołnierze przy tych rurach są zawsze z lanego żelaza, przymocowane zapomocą nitów (fig. 727). Średnica rur żelaznych nie bywa mniejszą jak 25—30 ctm.



Fig. 726.

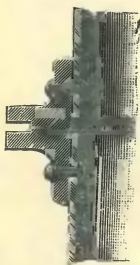


Fig. 727.

Robią jeszcze rury szwejsowane, ale one kosztują bardzo drogo. Rury żelazne mogą być daleko dłuższe od rur z lanego żelaza, długość ich wynosi od 5 do 10 metr., wogóle starają się robić je jaknajdłuższe, byle tylko były do ustawiania poręczne. Rury szwejsowane są 3 metry długie.

Rury żelazne dla wielkich pomp, przy jednokowej wytrzymałości, są 4 razy lżejsze od rur z lanego żelaza i o wiele tańsze, ale wody kwaśne daleko łatwiej je niszczą aniżeli rury z lanego żelaza.

Rury, dla zabezpieczenia ich od działania wód kwaśnych, malują wewnątrz i zewnątrz olejną farbą z minii. Tańszy sposób zabezpieczenia rur od działania wód kwaśnych jest smarowanie ich zaprawą cementową. W tym celu rury naprzód wycierają dobrze piaskiem, potem je maczają i smarują zapomocą pendzla rzadką zaprawą z czystego (bez piasku) cementu portlandzkiego. Gdy zaprawa

na rurze stwardnieje, zwilżają rurę powtórnie i znowu smarują zaprawą cementową. Smarowanie takie powtarzają od 4 do 5 razy.

Tłoki. Dla pomp podnoszących najczęściej używa się tłok przedstawiony na figurach 728 i 729. Składa się on ze stożka *a* żelaznego, lub drewnianego, okutego żelazem, stożek ten wewnątrz jest pusty i przedzielony poprzeczną przegórką *b* na dwie części. Na stożek *a* naciąga się, od dołu, skórzany albo kauczukowy kołnierz *c*, który się przymocowywa krążkiem *d*, a sam krążek *d* podtrzymuje się denkiem i klinem *r*, przechodzącym przez trzon tłokowy *s*. Górną powierzchnię tłoka przykrywają dwie przepustni-

ce, składające się z krążka skórzanego, ujętego po obu stronach trzonu dwiema żelaznymi płytkami. Dlatego zaś aby się przepustnice nie mogły zanadto otwierać, na tłoku, nad krążkiem skórzanym przymocowywa się sztabka żelazna *v*, dolne krawędzie której są zaokrąglone. Sztabka *v* dzieli krążek skórzanym na dwie równe części. Na kołnierz częściej używają skórę aniżeli gutaperkę, która kosztuje drożej i łatwiej twardnieje.

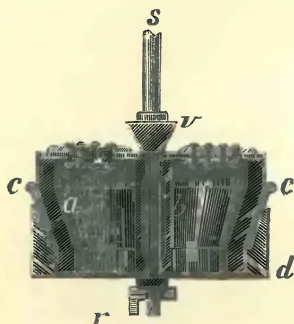


Fig. 728.

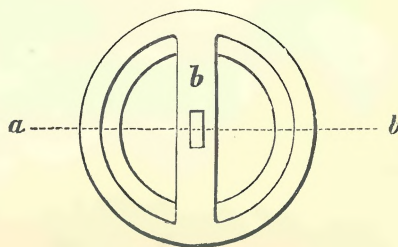


Fig. 729.

W pompach o działaniu podwójnym używają się tłoki pełne bez przepustnicy. Tego rodzaju tłok z podwójnym kołnierzem skórzanym przedstawia fig. 730.

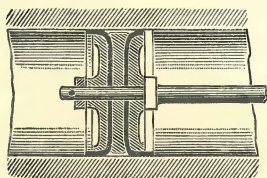


Fig. 730.

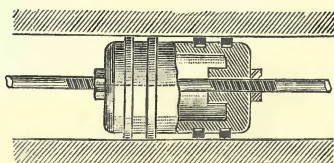


Fig. 731.

Zamiast kołnierzy skórzanym, używają także, jeżeli woda jest czysta, sprężyn metalicznych, według systemu Rambstoma, które wyrabiają z brązu, lub niezahartowanej stali (fig. 731). Sprężyny te powinny być bardzo starannie obtoczone, średnica ich jest o 5—10% większą od średnicy rury tłokowej, a dlatego aby sprężynę można było wsunąć do rury, wycinają kawałek i ścisnąwszy wstawiają do rury tłokowej. Takich sprężyn umieszczają na tłoku 2, a czasami 3 i więcej.

Tłoki do pomp tłoczących, szczególnie do pomp większych, zwykle odlewają z żelaza lanego lub stali. Przy średnicy tłoka

większej jak 10 ctm. tłok, dla zmniejszenia jego wagi, robią wewnątrz pusty i w takim razie przedstawia on rurę z lanego żelaza zatkaną od dołu denkiem, które się przyśrubowyywa (fig. 732).

Przepustnice. Przepustnice mogą być skórzane lub gutaperkowe i metaliczne. Przepustnice skórzane i gutaperkowe używają się tylko wtedy, jeżeli woda odlewa się z głębokości nie większej nad 30—45 metrów. Przepustnice metaliczne mogą być używane przy największych głębokościach.

Przepustnice, a raczej kłapy skórzane wyrabiają ze skóry od 6 do 10 milim. grubej, wykrojonej według formy otworu jaki przepustnica ma pokrywać, dlatego zaś aby woda, swojem ciśnieniem, nie wtłaczała skóry do otworu, skóra wkłada się między dwie cienkie płytki żelazne, połączone nitami. Płytki te są także wycięte według formy otworu, jaki przepustnica ma zakrywać, tyl-

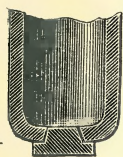


Fig. 732.

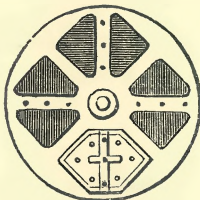


Fig. 733.

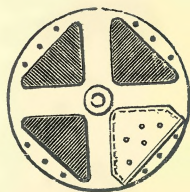


Fig. 734.

ko wierzchnia płytka musi być większą aniżeli otwór, a dolna mniejsza od otworu (fig. 728). Skóra jednocześnie służy jako zawiasa. Zamiast skóry można używać gutaperkę, a przy większem ciśnieniu używają płytki miedziane, które także wkładają między 2 żelazne płytki. Miedź jednak dla przepustnic klapowych używa się bardzo rzadko. Najlepszą jest skóra, bo jest najtańszą, a prócz tego kłapy skórzane są najłatwiejsze do naprawy.

Ponieważ przepustnice klapowe większych wymiarów są bardzo niedogodne, w pompach więc bardzo dużych, zamiast jednej kłapy, robią ich kilka, tak np. w pompach mających 1 metr średnicy robią po 8 kłap skórzanych w każdym łożysku (fig. 733), a przy średnicy pompy 50 ctm. po 4 kłapy (fig. 734). Małe kłapy są lżejsze, podnoszą się na mniejszą wysokość i łatwiej się zamykają.

Kłapa powinna się otwierać tylko do pewnej wysokości, dlatego też nad kłapą jest przytwierdzona przeszkoda, o którą kłapa się zatrzymuje, w razie jeżeli się wyżej podniesie. Wysokość, do której kłapa ma się podnosić reguluje się w ten sposób, aby przed-

kość wody wychodzącej z pod kłapy i prędkość wody w rurze pod kłapą były jednakowe. Dlatego zaś potrzeba aby środek kłapy podnosił się na wysokość równą $\frac{1}{4}$ średnicy otworu łożyska, to jest aby kłapa tworzyła z łożyskiem kąt $= 30''$. Przepustnice metaliczne mogą być stożkowe, tależykowe, kuliste i dwułożyskowe.

Przepustnica stożkowa (fig. 735 i 736) składa się z krążka metalicznego *a*, mającego kształt ściętego stożka, który wchodzi w łożysko takiego samego kształtu. Pod krążkiem umocowane są skrzydła *b*, służące jako kierowniki, ilość których zależy od wielkości pompy. W małych pompach jest 3 skrzydła, w większych 4. Nad krążkiem przytwierdza się pręt *c*, który ogranicza wysokość, na jaką przepustnica ma się podnosić. Wysokość ta powinna być tak wielką, aby w najwyższym położeniu przepustnicy, płaszczyzna otworu mającego kształt pierścienia, była równą płaszczyźnie otworu łożyska poniżej przepustnicy. Jeżeli wysokość, na którą się przepustnica podnosi, nazwiemy przez *h*, średnicę otworu łożyska przez *d*, to potrzeba aby

$$h d \pi = \frac{d^2 \pi}{4}, \text{ to jest } h = \frac{d}{4}$$

Dlatego zaś aby prędkość wody, wypływającej przez otwór przepustnicy, nie była większą od prędkości wody w otworze łożyska, rura tłocząca, w którą przepustnica wchodzi przy swem podnoszeniu się, nie powinna być zbyt wąską. Jeżeli średnicę tej rury nazwiemy przez *D* (fig. 737), a średnicę szerszej podstawy stożka ściętego tworzącego przepustnicę przez *d'*, to potrzeba aby

$$\frac{\pi}{4} (D^2 - d_1^2) = \frac{\pi d^2}{4}, \text{ czyli}$$

$$D = \sqrt{d^2 + d'^2}$$

Jeżeli woda jest nieczysta, muł osiada na szerokiej powierzchni łożyska stożkowego i przepustnica nie może szczelnie zakrywać otworu. W podobnych wypadkach łożysko urządza się w ten sposób, że przepustnica osiada tylko na ostrej krawędzi (fig. 738).

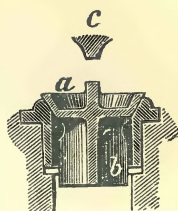


Fig. 735.

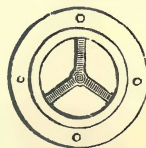


Fig. 736.

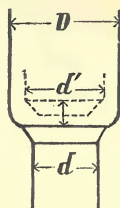


Fig. 737.

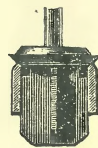


Fig. 738.

Przepustnice talerzykowe (fig. 739 i 740). Przepustnica talerzykowa składa się z krążka skórzanego włożonego między płytke *a* z lanego żelaza i skrzydła brązowe *b*, służące jako kie-

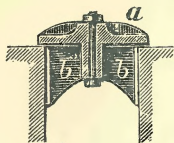


Fig. 739.

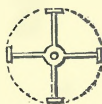


Fig. 740.

rowniki, których jest 3. Takie przepustnice mogą być używane dla pomp, średnica których nie przenosi 50 ctm. Figura 741 przedstawia przepustnicę talerzykową bez krążka skórzanego.

Przepustnice stożkowe i talerzykowe mają tę wyższość nad przepustnicami w postaci klap, że przy jednakowej wielkości otwo-

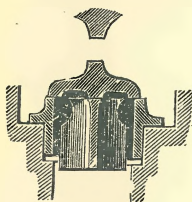


Fig. 741.

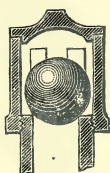


Fig. 742.

ru łożyska, przepustnica klapowa musi się otwierać wyżej, a prócz tego woda przez przepustnicę klapową wypływa tylko jedną stroną, a więc mniej prawidłowo aniżeli przez przepustnicę stożkową, lub talerzykową.

Przepustnice kuliste. Przepustnice kuliste przedstawiają kulę metaliczną dokładnie obtoczoną, albo też kulę ołowianą owi-

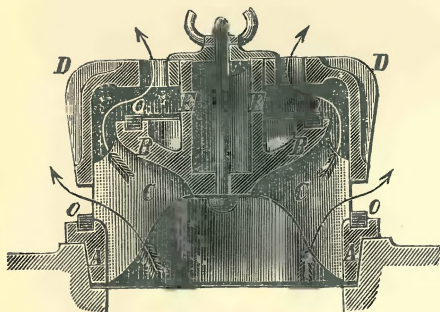


Fig. 743.

niętą gutaperką, która leży na łożysku i pod ciśnieniem wody może się podnosić do pewnej wysokości między kierownikami (fig. 742). Takie przepustnice, z wyjątkiem pomp podziemnych, używają się w pompach górniczych bardzo rzadko.

Przepustnice dwułożyskowe. Przepustnice dwułożyskowe odróżniają

się od innych tem, że woda wypływa z nich w dwóch miejscach, wskutek czego wysokość, na którą się przepustnica podnosi, może być mniejszą. Przepustnice dwułożyskowe składają się z dwóch łożysk *A B*, mających kształt pierścieni (fig. 743) połączonych z sobą nieruchomo skrzydłami *C C*. W tych łożyskach są wytoczone

rowki, w które wstawiają się pierścienie *o o*, uszczelnione pakunkiem ze skóry lub konopi. Na tych pierścieniach spoczywa ruchoma część przepustnicy *D D*, mająca kształt dzwonu, który może się podnosić i opuszczać w kierunku pionowym. Kierownikami dla dolnej części dzwonu *D* przy jego podnoszeniu się służą skrzydła *C C*, a dla górnej części rura *E*. Woda wypływa z przepustnicy w kierunku wskazanym strzałkami. Wysokość, do której dzwon może się podnosić, jest ograniczoną denkiem. W przepustnicach dwułożyskowych wysokość, na którą się przepustnica podnosi, może być dwa razy mniejszą od wysokości, na jaką się podnoszą inne przepustnice. Gdy w przepustnicach stożkowych i talerzykowych wysokość, na którą się one podnoszą musi być równą $\frac{1}{4}$ średnicy otworu łożyska, w przepustnicach dwułożyskowych wysokość, na którą się przepustnica podnosi, równa się tylko $\frac{1}{8}$ średnicy otworu łożyska; w rzeczywistości zaś przepustnica, wskutek swego ciężaru, nie podnosi się nawet i na tę wysokość, działanie więc przepustnicy może być daleko spokojniejsze. Przy nieczystej jednak wodzie przepustnica nieszczelnie się zamyka i pierścienie tworzące łożyska prędko się zużywają.

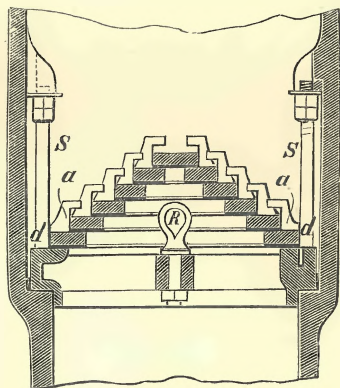


Fig. 744.

Przepustnice piramidalne pierścieniowe. Przepustnice piramidalne używają wtedy, gdy chodzi o zwiększenie otworu, przez który woda wypływa, nie zwiększając wysokości na jaką się przepustnica podnosi. Składają się one z kilku pierścieni, coraz mniejszej średnicy, ułożonych jeden nad drugim, z których ostatni jest przykryty denkiem (fig. 744). Pierścienie są żelazne, od spodu obciążone skórą. Każdy pierścień podnosi się pomiędzy czterema kierownikami, przytwierdzonymi do pierścienia niżej leżącego. Haki te ograniczają jeszcze i wysokość na jaką się pierścień może podnosić. Dla ułatwienia wyjmowania pierścieni, tylko 3 kierowniki są przynitowane, czwarty zaś jest przyśrubowany i z łatwością może być wyjętym. Jako kierowniki dla dolnego pierścienia służą 4 drażki *S*. Dla zabezpieczenia łożyska przepustnicy od zanieczyszczenia piaskiem i mułem, osadzającym się z wody, co bar-

dzoby utrudniło wyjęcie przepustnicy, dają pakunek *d*, który się podtrzymuje na swoim miejscu drążkami *S S*. Dla wyjmowania przepustnicy służy pierścień *R*.

Figury 745 i 746 przedstawiają przepustnicę piramidalną dla pompy podziemnej M. Beer'a. Przepustnice te są dwupiętrowe, składają się one z dwóch pierścieni *o o*, a wysokość, na którą się te pierścienie podnoszą, reguluje się zapomocą zastawki *b*. Każdy z pierścieni opatrzony jest kołnierzem skórzanym *m* (fig. 746), który w razie gdy łożysko się zanieczyści, zamyka hermetycznie otwór wypływowy. Kołnierze skórzane zużywają się w tych przepustnicach nie wiele, ponieważ nie są wystawione na ciśnienie słupa wody, który działa tylko na pierścień metaliczny *o*.

Przepustnice Riedler'a. Profesor Riedler zastosował do swej pompy połączonej bezpośrednio z motorem elektrycznym,

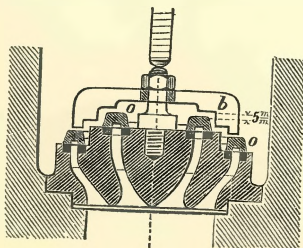


Fig. 745.

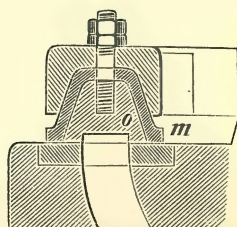


Fig. 746.

zwanej express, nowe przepustnice ssące i tłoczące, przedstawione na fig. 747. Przepustnica ssąca *S* składa się z pierścienia metalicznego, lub drewnianego z armaturą metaliczną, otaczającego tłok *P*. Pompa ssie wodę gdy tłok przesuwają się od strony lewej ku prawej. Pierścień podnosi się i opuszcza wewnątrz wieńca *u*, który mu służy jako kierownik i który jest połączony z drążkiem *b*, opierającym się na łożysku *t*. Drążek *b* utrzymuje łożysko *t* na swoim miejscu, a długość drążka *b* reguluje się zapomocą mutry *c*. Dla zapobieżenia wstrząśnieniom, wywołanym uderzeniami przy podnoszeniu pierścienia, wieńiec *u* jest opatrzony obręczką kauczukową *f*. Przepustnica pozostaje otwartą przez cały czas ssania wody, lecz w chwili, gdy korba dochodzi do punktu martwego, to jest w chwili gdy ruch tłoka zmienia kierunek i gdy się zaczyna tłoczenie wody, koniec tłoka zamyka przepustnicę ssącą. Przy takim urządzeniu otwór wypływowy może być dostatecznie wielki, zamykanie przepustnic w odpowiedniej chwili jest zabezpieczone, jak również jest

zabezpieczone i spokojne ich działanie, bez uderzeń, których przy tak szybkim biegu (300 do 350 obrotów na minutę) uniknąć trudno.

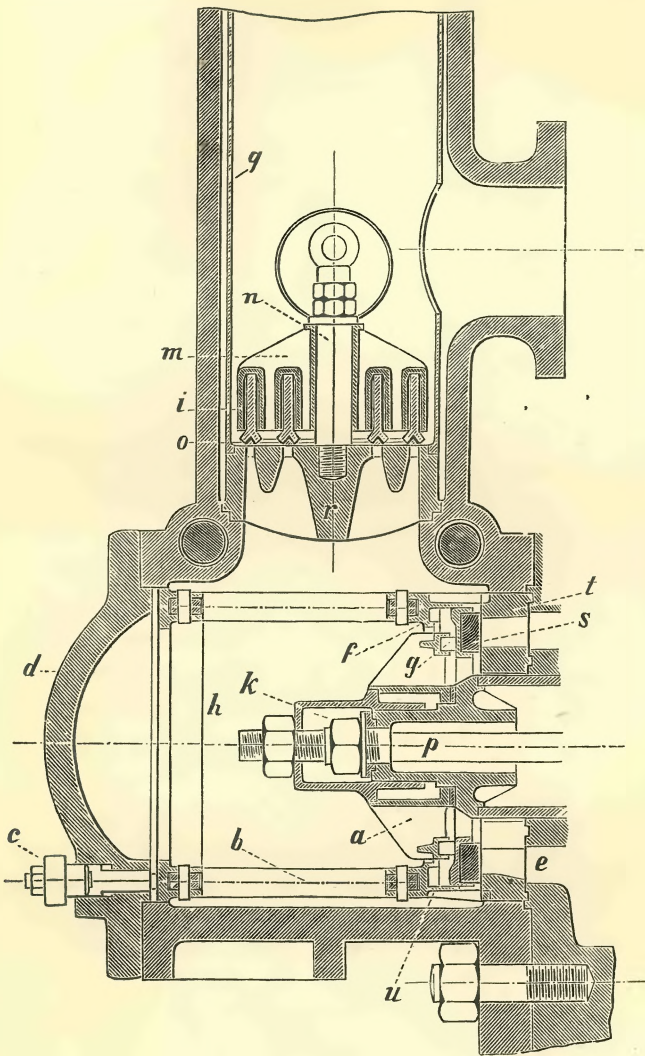


Fig. 747.

Wreszcie siła uderzeń, wskutek bardzo niewielkiego ciężaru przepustnic, jest znacznie zmniejszoną, a dzięki pierścieniom kauczukowym, zamykanie ich odbywa się bez żadnego stuku.

Przepustnica tłocząca składa się z łożyska *r*, mającego kilka

otworów w kształcie koła. Łożysko jest podtrzymywane na swem miejscu zapomocą rury *q*. Otwory wypływowe zamykają się drewnianymi pierścieniami *o*, nad którymi są umieszczone pierścienie kauczukowe *i*. Pierścienie te są wpuszczone w ciało przepustnicy *m* i tworzą jakby resory.

Przepustnica jest przytwierdzoną do łożyska zapomocą sworznia *n*.

Trzon główny. Gdy maszyna, wprowadzająca w ruch pompę, jest ustawioną na powierzchni ziemi, ruch jej udziela się pompom zapomocą trzonu głównego, idącego wzdłuż całej głębokości szybu. Trzon główny w takim razie jest połączony z tłokiem cylindra parowego, a do niego są przytwierdzone trzony tłokowe wszystkich pomp ustawionych w szybie.

Stosownie do tego czy trzon główny wprowadza w ruch pompy podnoszące lub tłoczące, poddany on jest działaniu siły wyciągającej lub ściskającej. Jeżeli zaś w szybie są ustawione pompy podnoszące i tłoczące, w takim razie siły wyciągająca i ściskająca działają na niego naprzemiennie.

Przy swej znacznej długości trzon główny, będąc poddanym ściskaniu, może się wyginać, w pompach więc tłoczących trzony muszą być grubsze, aniżeli w pompach podnoszących, jest to jeszcze niezbędne i dlatego, aby trzon główny mógł swym własnym ciężarem, lub z niewielką pomocą maszyny, tłoczyć wodę na znaczną wysokość. Z tej przyczyny przekrój trzonu głównego dla pomp tłoczących musi być większym aniżeli to jest niezbędnem ze względu na jego wytrzymałość.

W pompach podnoszących trzon jest poddany tylko sile wyciągającej, zamiast więc sztywnego trzonu, można używać pręty lub pasy żelazne, a-nawet liny druciane. Wymiary poprzecznego przekroju trzonów zależą nie tylko od średnicy pomp, ale jeszcze i od głębokości szybu, ponieważ trzon ma nie tylko wprawiać w ruch pompy, ale jeszcze musi wytrzymywać własny swój ciężar. Z tej przyczyny w szybach bardziej głębokich trzony, podobnie jak i liny, mają kształt stożka, to jest że przekrój ich, zaczynając od góry, stopniowo zmniejsza się ku dołowi.

Trzony mogą być drewniane, żelazne i stalowe.

Trzony drewniane przeważnie robią sosnowe ponieważ są tańsze i belki sosnowe są daleko dłuższe, a więc dogodniejsze od dębowych. Dla mniejszych pomp trzon składają z belek sosnowych o przekroju kwadratowym od 10 do 18 metr. długich. Dla więk-

szych pomp szczególnie też w szybach, w których można się obawiać gnicia drzewa, górną część trzonu głównego robią z belek dębowych od 6 do 10 metr. długich. Belki do trzonów powinny być zupełnie zdrowe, proste, bez sęków i dobrze wyheblowane, aby woda z nich łatwo ściekała. Oddzielne belki łączą zamkiem w kształcie znaku piorunowego i dwoma płytami żelaznymi, połączonemi śrubami (fig. 748). Długość płyt żelaznych powinna być od 10 do 20 razy większą od grubości trzonu. Lepsze chociaż droższe jest połączenie w styk, z czterema płytami (fig. 749). Trzony o bardzo znacznym przekroju składają z dwóch lub czterech cieńszych belek ułożonych wzdłuż i połączonych śrubami i płytami. Płyty idą wzdłuż całego trzonu, a styki belek powinny iść naprzemian.

Dla nadania trzonom właściwego kierunku, urządzają w szybach co 6 lub 10 metr. ramy drewniane, złożone z czterech na krzyż połączonych belek. Dwie z tych belek wpuszczają w oprawę szybu, a drugie dwie przytwierdzają do nich śrubami. W tych miejscach, gdzie trzon chodzi w ramie kierującej, dla zabezpieczenia go od ścierania się, przybijają do niego ze wszystkich czterech stron deseczki, długość których powinna być trochę większą od wielkości skoku tłka. Deseczki te, w miarę ich zużycia, należy zmieniać. Wewnątrz ramy kierującej, pomiędzy trzonem a bokami ramy, powinna się pozostawiać przestrzeń wolna od 5 do 10 milimetrów. Dla zmniejszenia zaś tarcia deseczki smarują tłuściością.

W razie pęknięcia trzonu, część, która się oderwała, spadając, mogłaby wyrządzić w szybie poważne uszkodzenia, z tej przyczyny wzdłuż całego trzonu co 60 lub 80 metr. przytwierdzają

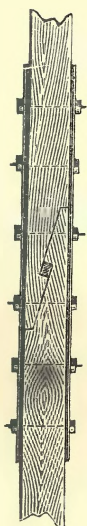


Fig. 748.

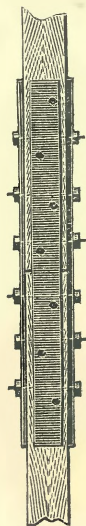


Fig. 749.

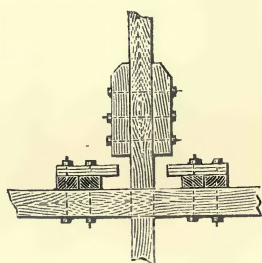


Fig. 750.

do niego zapomocą śrub, krótkie kawałki belek, które przy spadaniu zatrzymują się na resorach zrobionych z desek (fig. 750).

Trzon główny łączy z trzonami tłokowymi zapomocą haków, w postaci trójkąta, jak wskazuje figura 751, w której *b* oznacza trzon tłokowy, *a* trzon główny. Jeżeli pompy są cięższe, połączenie

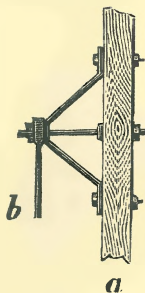


Fig. 751.

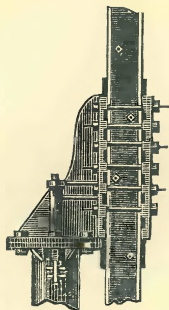


Fig. 752.

nie robią zapomocą kronsztyny i płyty z lanego żelaza (fig. 752). Tego rodzaju połączenie zastosowywa się i przy pompach tłoczących. Ponieważ jednak przy takim połączeniu, trzon tłokowy pompy tłoczącej naciska na jedną stronę dławnicy pakunkowej, zwykle więc trzon główny około rury tłokowej robią podwójny

trzon i rurę tłokową umieszczają w środku, między tymi trzonami, tak, że oś trzonu tłokowego pompy wypada na przedłużeniu trzonu głównego (fig. 753). Długość rozdwojonej części trzonu zależy od wymiarów pompy i wysokości skoku tłoka pompy.

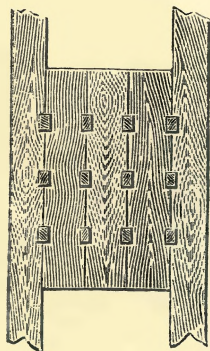


Fig. 753.

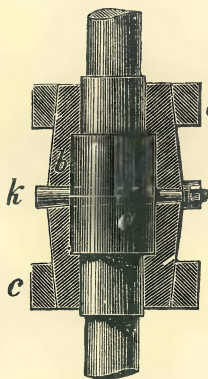


Fig. 754.

statecznie ciężkim, elastyczność zaś trzonów drewnianych nadaje im pewną wyższość.

Trzony żelazne do pomp podnoszących, lub też dla takich pomp tłoczących, których trzony tłokowe mają już dostateczne obciążenie, to jest trzony, na które działa tylko siła wyciągająca, wyrabiają ze sztab żelaznych, okrągłych lub kwadratowych, od 10

Zamiast trzonów drewnianych używają trzony żelazne, lub stalowe, które, przy jednakowej wytrzymałości, są lżejsze. Należy jednak zwrócić uwagę, że przy maszynach wodociagowych zmniejszenie wagi trzonu głównego nie ma tak wielkiego znaczenia, ponieważ trzon dlatego, aby dobrze działał, musi być zawsze do-

do 12 metr. długich, które łączą z sobą zapomocą zazębienia i pierścieni. Dla większych pomp na trzony biorą okrągłe sztaby żelazne lub stalowe, mające od 14 do 15 ctm. średnicy, które łączą z sobą sposobem wskazanym na figurach 754, 755 i 756. Na miejscu połączenia końce sztab są opatrzone główkami *a*, dokładnie obtoczonemi, na które nakładają mufę *b*, mającą kształt podwójnego stożka, ze ściętymi wierzchołkami. Mufa składa się z dwóch podłużnych połówek, które się łączą zapomocą mocnych żelaznych pierścieni *c*, ściągniętych czterema śrubami. Pierścienie *c*, od strony zewnętrznej, mają kształt kwadratowy; otwory dla śrub są zrobione na rogach (fig. 756). Aby główki *a* dokładnie przystawały do wierzchołków wgłębienia w mufie i nie mogły się obsuwać, między główkami *a* wbijają płaski klin *k*.

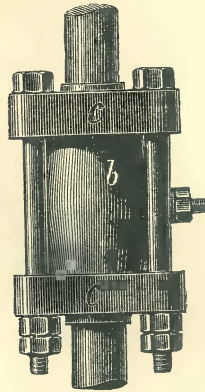


Fig. 755.

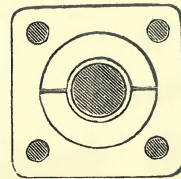


Fig. 756.

Trzony główne do pomp tłoczących, w których trzon poddany jest działaniu siły ściskającej, wyrabiają z żelaza korytkowego

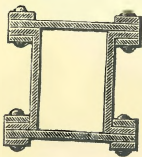


Fig. 757.

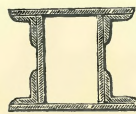


Fig. 758.



Fig. 759.

(fig. 757) lub z żelaza kąтового i płaskiego (fig. 758) albo też z żelaza kąтового, nadając im kształt krzyża (fig. 759). W tym ostatnim wypadku, na miejscach połączeń, między żelazo kątowe wstawiają krążki żelazne, złączone z żelazem kątowem zapomocą nitów, lub też zapomocą śrub ze stożkowemi główkami. Nity są wogóle lepsze od śrub, bo mniej rdzewieją. Sztaby żelazne, z których wyrabiają trzony, mają od 7 do 10 metr. długości, zwykle długość ich

nie jest jednakową, aby styki sztab nie wypadały w jednej płaszczyźnie poziomej.

Trzony żelazne tak samo jak i trzony drewniane poruszają się wewnątrz ram, nadających im właściwy kierunek. Dla zabezpieczenia zaś ich od ścierania się, w tych miejscach gdzie trzon chodzi w ramie kierującej, przytwierdzają do niego cienkie płytki, które od czasu do czasu zmieniają.

Regulowanie ciężaru trzonów. W maszynach odwadniających o działaniu pojedynczem para działa tylko podczas podnoszenia się trzonu głównego, opadanie zaś trzonu następuje wskutek jego własnego ciężaru, przyczem trzon musi przewyciężać opór wody wtłaczanej do rur. Jeżeli więc trzon, zbudowany według wymiarów, jakie się otrzymuje obliczając jego wytrzymałość, okaże się za lekkim, w takim razie należy go obciążyć, jeżeli zaś ciężar jego będzie większym od tego, jaki jest niezbędnym dla przewyciężenia oporu wody przy jego opadaniu, to nadwagę należy zrównoważyć. Obciążenie trzonu otrzymuje się przez zawieszenie na nim ciężarów odpowiedniej wagi, a przy podwójnym trzonie zawieszając ciężary między trzonami. Dla zrównoważenia zaś nadwagi trzonu głównego, urządzają wahacze, które przytwierdzają do górnej części trzonu, nad wylotem szybu.

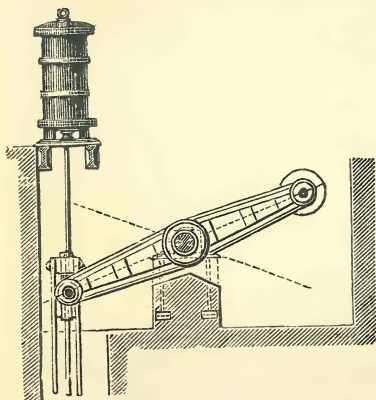


Fig. 760.

Wahacz (fig. 760) przedstawia podwójny drąg żelazny z czopami osadzonymi w łożyskach, w których on może się obracać. Jeden koniec takiego drąga jest połączony z trzonem głównym, a na drugi nakłada się ciężary w postaci kręgów z lanego żelaza, waga których zrównoważa nadwagę trzonu głównego. Przy opadaniu trzonu głównego koniec wahacza, na którym są zawieszone ciężary, podnosi się do góry, a przy podnoszeniu się trzonu opuszcza się na dół, przychodząc w pomoc maszynie.

Czasami, dla zrównoważenia ciężaru trzonu głównego, urządzają przeciwwagę hydrauliczną. W tym celu do końca trzonu głównego przytwierdzają tłok, wchodzący do cylindra połączonego zapomocą rury poziomej z rurą pionową u góry otwartą,

albo też połączonego zapomocą rury poziomej z akumulatorem. Ciśnienie wody na tłok powinno być równe ciężarowi, jaki ma być zrównoważonym.

Cylinder, w którym porusza się tłok, można wprost połączyć z rurą tłoczącą pompy, w takim jednak razie rura tłocząca musi mieć odpowiednią średnicę, aby prędkość wody nie była zbyt znaczną. Nareszcie w pompach urządzonych w ten sposób, że pompa stojąca wyżej, czerpie wodę z rury tłoczącej, pompy bezpośrednio pod nią ustawionej (str. 219 fig. 716), zrównoważenie ciężaru trzonu głównego można otrzymać przez odpowiednie przedłużenie rury tłoczącej w pompie dolnej.

Im kolumna wody, nad przepustnicą ssącą w pompie górnej, będzie wyższą, tem opór, jaki trzon musi przewyciężać przy swem opadaniu, będzie większym. Przedłużając więc rurę tłoczącą pompy dolnej, ponad przepustnicę ssącą pompy górnej, możemy zrównoważyć ciężar trzonu.

Regulatory powietrzne. W pompach o działaniu pojedynczym ruch wody w rurach odbywa się peryodycznie. Gdy przepustnica ssąca zostanie zamkniętą, ruch w rurze ssącej całkowicie się przerywa, a po zamknięciu przepustnicy tłoczącej, przerywa się ruch w rurze tłoczącej. Przy każdym więc otwieraniu przepustnicy, kolumnie wody w rurze tłoczącej trzeba nadawać żywą siłę, przewyciężającą jej bezwładność. Ale nadana wodzie żywa siła nie znika, wprowadzona więc w ruch woda, musi po zamknięciu przepustnicy wykonać pracę odpowiednią do nabytej żywej siły. Tym więc sposobom wskutek peryodycznego ruchu wody w rurach, powstają drgania i uderzenia, które często bywają przyczyną silnych wstrząśnięć w całym mechanizmie.

Dla zapobieżenia temu, urządzają regulatory powietrzne, to jest naczynia zamknięte, połączone z rurami pomp i napełnione powietrzem. Gdy prędkość tłoka się zwiększa, pewna ilość wody wchodzi do regulatora i zgęszcza zawarte w nim powietrze, przeciwnie, w tem miejscu biegu tłoka, gdzie ilość wypływającej wody z pompy jest mniejszą, powietrze rozszerza się i wypycha wodę, oddając nadmiar siły żywej, jaki w nim był nagromadzony. Powietrze więc w tych naczyniach naprzemian zgęszczając się i rozrzedzając, tworzy jakby elastyczną oponę, dzięki której ruch wody w rurach może się odbywać bez przerwy, wskutek czego uderzenia i wstrząśnienia nie mają już miejsca.

Powietrze zawarte w regulatorze jest zawsze pod ciśnieniem co najmniej równem ciśnieniu słupa wody w rurach. To powietrze

ciągle się rozpuszcza w wodzie i tem w większej ilości, im ciśnienie jest większe, trzeba go więc od czasu do czasu odnawiać, co się uskutecznia zapomocą małego kompresora lub innych przyrządów.

Regulatory sprężynowe. Przy bardzo znacznej wysokości słupa wody, gdy np. ciśnienie przewyższa 40 atmosfer i dochodzi do 60-ciu, regulatory powietrzne są niedogodne, bo muszą być bardzo obszerne, zajmują więc dużo miejsca, a prócz tego pod tak znacznem ciśnieniem woda rozpuszcza dużo powietrza, w podobnych więc wypadkach zamiast regulatorów powietrznych, używają regulatory sprężynowe. Regulator sprężynowy Beer'a (fig. 761) przedstawia rurę *a*, dosyć znacznej średnicy, łączącą przepustnice tłoczące pomp. Od tej rury idzie kilka rur cieńszych, w które wstawione są tłoki *b*. Nad tymi tłokami jest umieszczony cały rząd płyt metalicznych *c*, osadzonych luźno na kierownikach *d*, a pomiędzy płytami *c* są wstawione mocne sprężyny. Woda wracająca do rur działa na tłoki, które podnosząc się ściskają sprężyny, a gdy tłoki się opuszczają, sprężyny się wydłużają, regulując tym sposobem ciśnienie wody. Regulatory powietrzne używają się w komorach mniej przestronnych, jakie budują wewnątrz kopalni dla maszyn podziemnych.

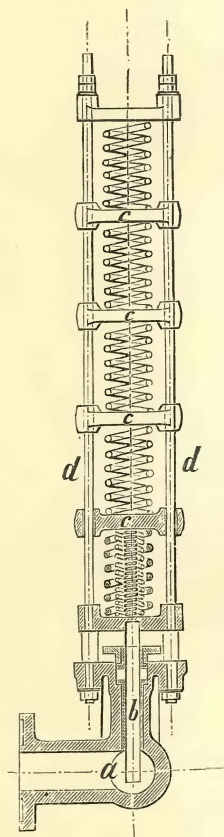


Fig. 761.

Maszyzny wodociągowe.

Maszyzny wodociągowe używane w kopalniach mogą być rozdzielone na dwa typy, na maszyzny z trzonami i na maszyzny bez trzonów, czyli maszyzny podziemne.

Maszyzny z trzonami ustawiają się na powierzchni ziemi, dla połączenia zaś cylindra parowego z pompami służy trzon główny, idący przez całą głębokość szybu, do którego są przytwierdzone trzony oddzielnych pomp, ustawionych w szybie jedna nad drugą. Maszyzny te już dziś całkowicie wychodzą z użycia.

Maszyzny bez trzonów ustawiają się wraz z pompami w sa-

mej kopalni, w bliskości szybu na tym poziomie, z którego się woda odlewa. W samym zaś szybie znajdują się tylko dwie kolumny rur, z których jedna służy do przypływu pary do cylindra maszyny, a druga do odpływu wody wypompowywanej z kopalni.

Maszyny odwadniające mogą być jeszcze o działaniu pojedynczem i o działaniu podwójnem.

W maszynach z trzonami o działaniu pojedynczem para w cylindrze parowym działa tylko z jednej strony tłoka, mianowicie przy podnoszeniu trzonu głównego. Ciężar tego trzonu, oraz ciężar tłoków od pomp, stanowi jedyny opór, jaki maszyna ma do przezwyciężenia, gdyż podczas podnoszenia tłoków, woda wypełnia pompy pod ciśnieniem atmosferycznem, a podczas opadania, ciężar trzonu głównego jest dostatecznym do tłoczenia jej w górę. Tłok więc cylindra parowego potrzebuje podnosić tylko trzon, który następnie opada własnym ciężarem.

W maszynach o działaniu podwójnem para działa na przemian na górną i dolną powierzchnię tłoka. Oczywiście, że wtedy opór, jaki przedstawiają pompy, przy podnoszeniu i opadaniu trzonu głównego, powinien być jednakowym. Maszyny takie budują z kołami zamachowemi lub bez nich.

Maszyny z trzonami o działaniu pojedynczem. Maszyny z trzonami o działaniu pojedynczem rozdzielają się jeszcze na *maszyny działające bezpośrednio na trzon główny* (fig. 762), w których trzon główny stanowi przedłużenie trzona tłokowego w cylindrze parowym i na *maszyny z wahaczami*, w których tłok cylindra parowego działa na trzon główny za pośrednictwem wahacza. Te ostatnie przeważnie używają się w Anglii i są znane pod nazwiskiem maszyn kornwalijskich (fig. 764).

Maszyny działające bezpośrednio na trzon główny pracują pod ciśnieniem pary od $2\frac{3}{4}$ do 4 atmosfer, przy zastosowaniu znacznego rozprężenia, które przedstawia korzyść podwójną, nie tylko bowiem rozchód pary znacznie się zmniejsza, wskutek lepszego wyzyskiwania pracy, ale nadto, przy końcu skoku tłoka, szybkość znacznie maleje i przez to unika się straty pracy, oraz szkodliwych wstrząśnięć. One mogą być urządzone bez skraplania pary i ze skraplaniem, w pierwszym wypadku dla rozdziału pary służą dwa, w drugim zwykle trzy przepustnice.

Rozdział pary dwiema przepustnicami odbywa się następującym sposobem.

Gdy tłok parowy znajduje się w położeniu najniższem, otwie-

ra się przepustnica wpustowa i para zaczyna wchodzić pod tłok. Po podniesieniu się tłoka na pewną wysokość, przepustnica wpustowa się zamyka i zaczyna się rozprężanie pary, pod wpływem którego tłok podnosi się wyżej. Po dojściu tłoka do położenia najwyższego, następuje pauza, trwająca kilka sekund, podczas której przepustnice ssące w pompach zamykają się powoli, pod wpływem ich własnego ciężaru. Gdy tłok parowy znajduje się w położeniu najwyższym, otwiera się przepustnica wylotowa i wtedy tłok zaczyna opadać własnym ciężarem, a para z pod tłoka uchodzi w powietrze, część zaś jej przechodzi ponad tłok, dla nagrzania cylindra. Wprzód nim tłok dojdzie do położenia najniższego, przepustnica wylotowa zamyka się, para pozostała pod tłokiem zostaje ściśniętą, przez co ruch tłoka się zwalnia i uniemożliwia uderzenie o dno cylindra. Gdy tłok dojdzie do położenia najniższego, następuje druga pauza, trwająca także kilka sekund, podczas której przepustnice tłoczące się zamykają.

W maszynach ze skraplaniem pary rozdział pary odbywa się zwykle zapomocą trzech przepustnic: wpustowej, wylotowej i trzeciej tak zwanej równoważącej. Gdy tłok podnosi się do góry, wtedy są otwarte dwie przepustnice, wpustowa i wylotowa; przepustnica wylotowa pozostaje otwartą przez cały czas podnoszenia się tłoka, a przepustnica wpustowa tylko do chwili, gdy się zaczyna rozprężanie pary. Przy opadaniu tłoka przepustnice wpustowa i wylotowa są zamknięte a otwiera się tylko przepustnica równoważąca, łącząca przestrzeń nad tłokiem z przestrzenią pod tłokiem, tak że ciśnienie pary w cylindrze nad i pod tłokiem jest zupełnie jednakowe i trzon opada tylko pod wpływem własnego ciężaru. Wprzód jednak nim tłok dojdzie do położenia najniższego, przepustnica równoważąca zamyka się, przez co para pod tłokiem zostaje ściśniętą i szybkość opadania się zmniejsza.

W punktach martwych, pomiędzy dwoma następującymi po sobie skokami tłoka, podobnie jak i w maszynach, w których rozdział pary odbywa się zapomocą dwóch przepustnic, następują mniej lub więcej długie pauzy. Pauzy te są niezbędne nietylko dlatego, aby dać możność przepustnicom w pompach zamykać się powoli i bez wstrząśnięć, jedynie tylko pod wpływem ich własnego ciężaru, ale jeszcze i dlatego, ponieważ przyływ wody w kopalni może ulegać znacznym zmianom, maszyna więc musi być urządzoną w ten sposób, aby mogła wykonywać mniejszą lub większą ilość pracy, zależnie od ilości wody, jaką ma wypompować

z kopalni. Te więc pauzy czynią pracę maszyny zależną od ich długości. Dla miarkowania zaś ich długości służy przyrząd zwany kataraktą, opis którego podany jest dalej.

Figura 762 przedstawia maszynę wodociągową o działaniu pojedynczem, działającą bezpośrednio na trzon główny, w której rozdział pary odbywa się dwiema przepustnicami.

A cylinder parowy; *B* trzon główny pomp; *C* katarakta; *D* przeciw-wahacz, z którym jest połączony drążek *u u* od przyrządu rozdzielczego i drążek *L* od katarakty.

a przepustnica wpustowa; *b* przepustnica wylotowa; *q* i *q*₁ przeciw-wagi dla przepustnic *a* *b*, które zapomocą systemu drążków mających oś obrotu w *o* i *o*₁ ciężarem swoim otwierają przepustnicę *a* *b*; *u u* drążek otrzymujący ruch do góry i na dół od przeciw-wahacza *D*. Na tym drążku są palce *s* *s*₁, które zaczepiają o rączki *E* *E*₁. Rączki te osadzone są na osiach *o* *o*₁.

Gdy palec *s* dojdzie do rączki *E*, zaczepia o nią i podnosi ją do góry, wskutek czego przepustnica wpustowa *a* zamyka się, a jednocześnie drążek *f* zaczepia się w ten sposób, że przeciw-waga *q* nie może otworzyć przepustnicy *a*, póki drążek *f* nie zostanie odczepionym.

Toż samo gdy palec *s*₁ dojdzie do rączki *E*₁, zaczepia się o nią, rączka zaczyna opadać i przepustnica wylotowa zostaje zamkniętą, a jednocześnie drążek *f*₁ zaczepi się w ten sposób, że przeciw-waga *q*₁ nie może otworzyć przepustnicy *b*, póki drążek *f* nie zostanie odczepionym.

Dla odczepiania drążków *f* i *f*₁ służy drążek *z*, z czopami *x* *x*₁, idący od katarakty *C*, otrzymującej ruch od drążka *L*, połączonego z przeciw-wahaczem *D*.

Katarakta *C*, którą widzimy na oddzielnym rysunku (fig. 763), przedstawia małą pompkę tłoczącą, z tłokiem *d* i dwiema przepustnicami, ssącą *w*₁ i tłoczącą *w*. Pompka ta umieszcza się w naczyniu napełnionem wodą, lub oliwą. Ona jest połączoną z przeciw-wahaczem *D* zapomocą drążka *L*, zakończonego widełkowatym rozgałęzieniem, w które wchodzi czop *m* (fig. 762), przytwierdzony do przeciw-wahacza.

Drążek *L* jest znowu połączony z tłokiem katarakty *d* zapomocą drążka *z*, z ciężarem *g*, mającego oś obrotu w *r*.

Gdy przeciw-wahacz *D* podnosi się do góry, drążek *L* także się podnosi, a razem z nim podnosi się i tłok *d* katarakty. Opadanie zaś tłoka *d* odbywa się pod wpływem ciężaru samego tłoka

i ciężaru g . Podczas gdy tłok katarakty opada, czop m podnosi się swobodnie wewnątrz widełek w drążku L .

Przepustnica ssąca w_1 w katarakcie otwiera się swobodnie,

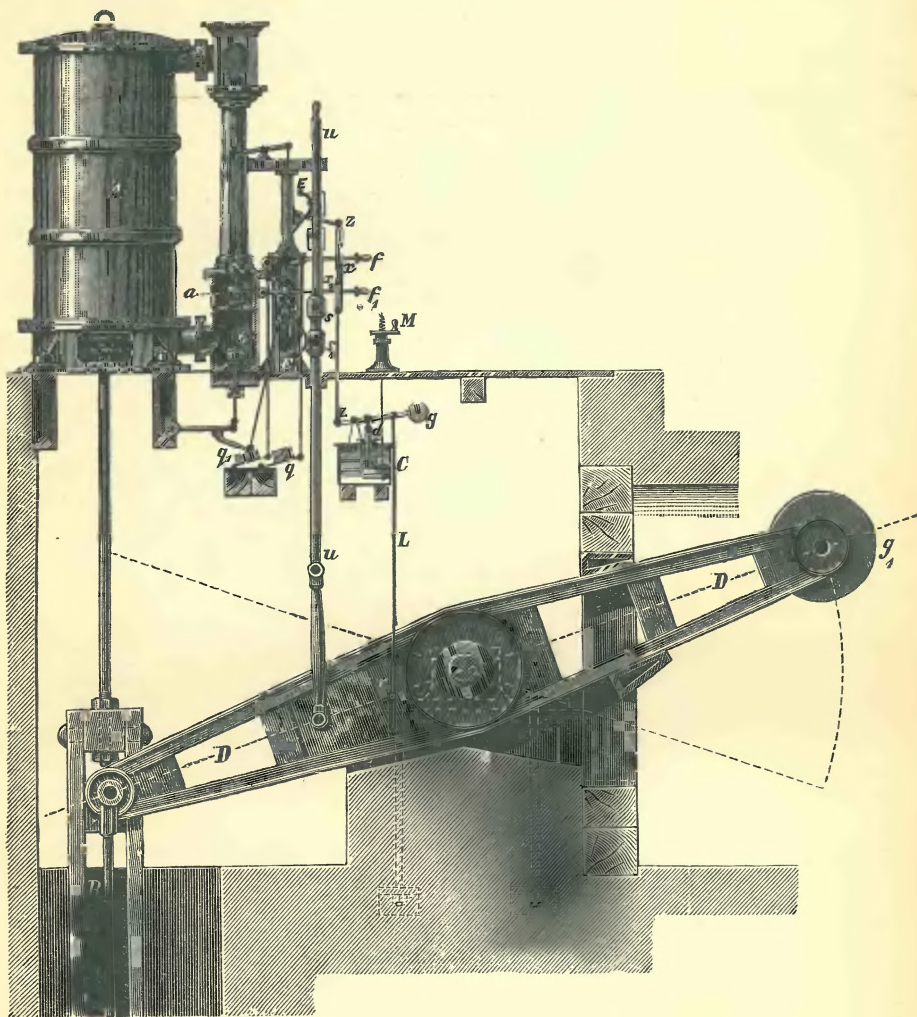


Fig 762.

wysokość zaś, na którą się podnosi przepustnica tłocząca w , reguluje się śrubą m (fig. 763), którą zapomocą korby M (fig. 762) można dowolnie zakręcać i wykręcać. Oczywiście, że im śruba m będzie więcej wkręconą, tem przepustnica w będzie się podnosiła na mniejszą wysokość i tem otwór, przez który ciecz wypływa z kata-

rakty będzie mniejszym. Im zaś otwór dla wypływu cieczy z katarakty będzie mniejszym, tem tłok d katarakty będzie opadał wolniej. Ponieważ zaś katarakta otwiera przepustnicę wpustową przy cylindrze parowym tylko w najniższym położeniu tłoka d , to im tłok d będzie się wolniej opuszczał, tem dłuższą będzie pauza w punkcie martwym dolnym cylindra parowego.

Figura 762 przedstawia maszynę w chwili, gdy tłok cylindra parowego znajduje się w położeniu najniższym, a więc w punkcie martwym dolnym, przepustnice wpustowa i wylotowa są zamknięte i w działaniu maszyny nastąpiła pauza, podczas której tłok d katarakty opada.

Podnoszenie się tłoka cylindra parowego. Gdy tłok d katarakty dojdzie do położenia najniższego, czop x odczepi drążek f , przepustnica wpustowa a pod wpływem ciężaru q natychmiast się otworzy i rączka E przyjmie położenie mniej więcej poziome. Para zacznie wtedy wchodzić pod tłok cylindra, który razem z trzosem głównym pomp, będzie się podnosił do góry. Przepustnica zaś wylotowa b , przez cały ten czas, pozostaje otwartą.

Jak tylko palec s dojdzie do rączki E , zacznie ją podnosić do góry, aż póki przepustnica wpustowa a nie zostanie zamkniętą a jednocześnie z tem i drążek f zostanie zaczepionym. Od tej chwili i do końca skoku tłoka, para będzie działać na tłok tylko wskutek jej rozprężania.

Opadanie tłoka. Podczas podnoszenia się tłoka czop m , działając na drążek L , wywołuje podnoszenie się tłoka d katarakty, a jednocześnie i opadanie drążka z . W chwili gdy tłok parowy dochodzi do punktu martwego górnego, czop x_1 odczepi drążek f_1 , ciężar q_1 otworzy przepustnicę wylotową b , rączka E_1 przyjmie położenie mniej więcej poziome i tłok parowy zacznie opadać, a podczas opadania, czop m będzie się bez przeszkody poruszał w widelkach drążka L .

Wprzód aniżeli tłok parowy dojdzie do punktu martwego dolnego, palec s_1 doszedłszy do rączki E_1 opuści ją na dół i zamknie przepustnicę wylotową b , wskutek czego nastąpi ściśnienie pary pod tłokiem i szybkość opadania znacznie się zwolni. Gdy

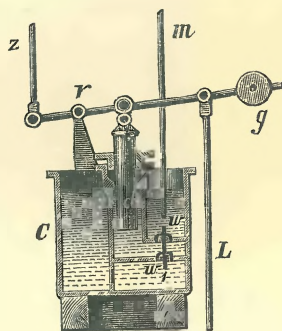


Fig. 763.

łok dojdzie do punktu martwego dolnego, wszystkie części maszyny przyjmą położenie wskazane na figurze 762 i wtedy nastąpi pau-

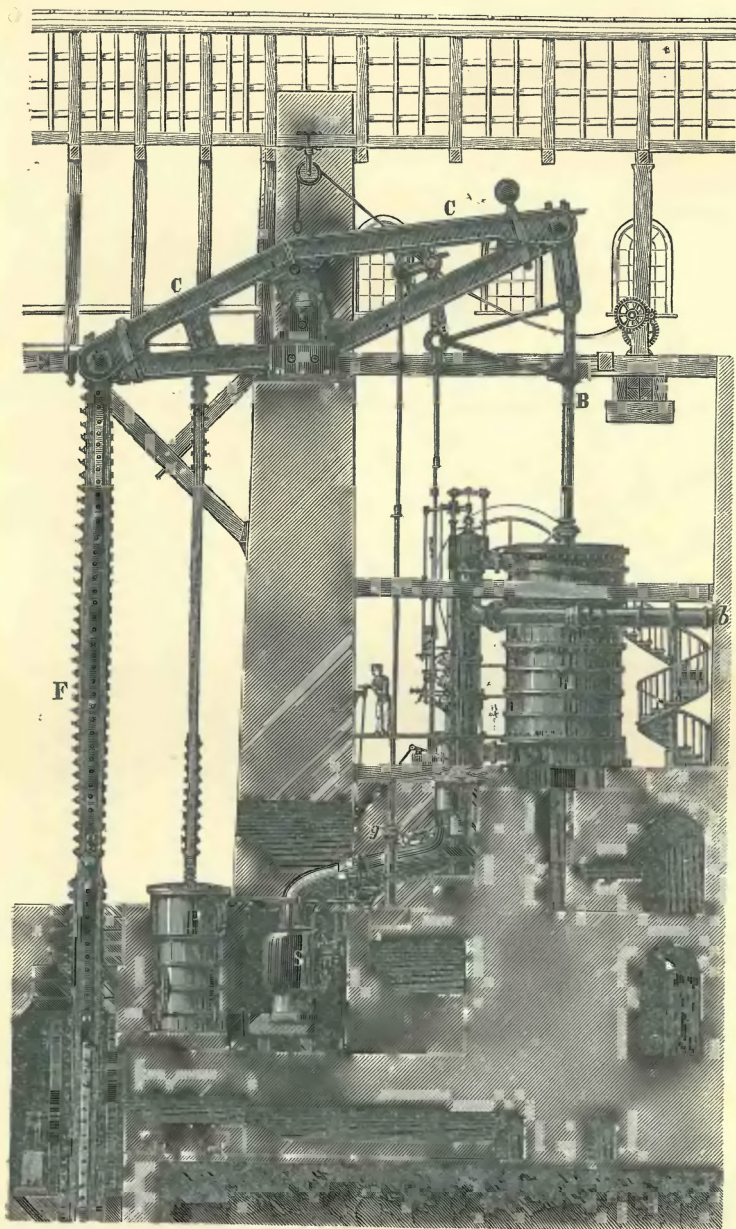


Fig. 764.

za w działaniu maszyny. Tłok zaś katarakty będzie powoli opadał, pod wpływem ciężaru g , dopóki nie odczepi drażka f .

Maszyna przedstawiona na figurze 762 ma tylko jedną kataraktę, działającą w punkcie martwym dolnym, ponieważ dla regulowania pracy maszyny, w zależności od ilości przypływu wody, jedna katarakta jest wystarczającą. Dla powolnego zaś i spokojnego działania przepustnic w pompach, właściwie mówiąc, potrzebneby były dwie pauzy, w obydwu punktach martwych, które łatwo możnaby otrzymać urządzając drugą kataraktę dla przepustnicy wylotowej. Lecz w zwyczajnych maszynach odwadniających, w których wysokość, na jaką podnosi wodę dolna najniższa pompa (ssąca) jest nieznaczną, pauza jest niezbędną tylko do zamykania przepustnic tłoczących, które się odbywa pod ciśnieniem wysokiej kolumny wody, dlatego też jedna katarakta jest zupełnie wystarczającą.

Figura 764 przedstawia maszynę wodociagową z wahaczem, czyli tak zwaną maszynę kornwalijską, w której tłok cylindra parowego działa na trzon główny pomp za pośrednictwem wahacza A , cylinder parowy przymocowany do silnego i ciężkiego fundamentu (wymiały cylindra bywają od 0,5 do 3 metr., a skok tłoka od 1 do 4 metr.). Trzon tłokowy B działa tu zapomocą równoległoboku na koniec wahacza C . Oś obrotu wahacza spoczywa na grubym murze, związanym z resztą budynku zapomocą belek. F trzon główny pomp, idący wzdłuż całej głębokości szybu. Ciężar tego trzonu, podobnie jak i w maszynie poprzednio opisanej, stanowi jedyny opór, jaki maszyna ma do przewyciężenia, ponieważ opadanie trzonu odbywa się własnym jego ciężarem.

Wahacz ma ramiona niejednakowej długości: dłuższe ramie ze strony cylindra parowego, krótsze od strony trzonu głównego pomp, a to w celu zmniejszenia, o ile można, średnicy cylindra parowego, oraz innych wymiarów mechanizmu.

Do krótszego ramienia wahacza przyczepionym jest trzon pompy powietrznej, połączonej ze skraplaczem S . Para wchodzi do cylindra rurą b , wychodzi zaś rurą d do skraplacza S . Pompa g dostarcza wody potrzebnej do skraplania.

Przyrząd rozdzielczy jest zbudowany w ten sam sposób jak w maszynach bez wahacza.

Budowa maszyn z wahaczami jest bardziej złożoną aniżeli budowa maszyn o działaniu bezpośrednim, maszyny więc z wahaczami są droższe, lecz za to pod wieloma względami dogodniejsze.

Maszyna z wahaczem stoi nie nad szybem lecz w pewnej odległości od szybu, wylot więc szybu jest zupełnie otwartym, a ponieważ pompy zajmują w szybie tylko jeden oddział, pozostałe więc oddziały z łatwością mogą być zużytkowane do wyciągania lub do jakiegokolwiek innego celu.

W maszynach o działaniu bezpośrednim prędkość ruchu tłoka parowego musi być równą prędkości ruchu trzonu głównego, a ponieważ prędkość ruchu trzonu głównego nie przenosi zwykle 0,6 metr., więc i prędkość ruchu tłoka parowego nie może być większą, gdy tymczasem najlepsza prędkość dla tłoka w cylindrze parowym wynosi od 1 do 1,25 metr. W maszynach z wahaczem niedogodności tej można uniknąć, robiąc ramiona wahacza niejednakowej długości, bo wtedy prędkość tłoka w cylindrze parowym może być większą od prędkości trzonu.

Nareszcie maszyna z wahaczem, będąc ustawioną w osobnej komorze, oddzielonej od szybu przepierzeniem, może być lepiej utrzymaną aniżeli maszyna o działaniu bezpośrednim, ustawiona nad samym szybem.

Regenerator Bochkoltz'a. W maszynach o działaniu pojedynczym opadanie trzonu głównego odbywa się własnym jego ciężarem (jak również i ciężarem połączonych z nim trzonów oddzielnych pomp) bez pomocy maszyny. Jeżeli przepustnice tłoczące są już otwarte, opadający trzon musi przewyciężyć tylko opór równy ciśnieniu, jakie wywiera woda w rurach tłoczących. Lecz dopóki przepustnice tłoczące są zamknięte, ciężar opadającego trzonu musi przewyciężyć jeszcze i dodatkowe ciśnienie, równe różnicy ciśnień wody na górną i dolną powierzchnię przepustnic. Różnica ciśnień na górną i dolną powierzchnię przepustnic wynosi około 25% wagi kolumny wody, napęniającej rury tłoczące pomp, skąd wypada, że aby trzon opadał własnym ciężarem, waga jego musi być mniej więcej o 25% większą od ciśnienia, jakie woda wywiera w rurach. Ponieważ jednak opór, jaki opadający trzon przewycięża, zmniejsza się natychmiast po otwarciu przepustnic, nadwyżka więc siły, jaka była niezbędną dla ich otwarcia, staje się, w ciągu dalszego opadania trzonu, nie tylko zbyt dużą, ale nawet bardzo szkodliwą, bo dzięki jej prędkość opadającego trzonu musiałaby się zaraz po otwarciu przepustnic znacznie powiększyć, co znowu wywierałoby bardzo szkodliwy wpływ na prawidłowe działanie pompy. Dlatego też nadwagę trzonu należy zaraz po otwarciu przepustnic tłoczących zrównoważyć. Zrównoważenie to otrzymuje się przez otwarcie przepustnicy równoważącej, przez którą

para przechodzi z jednej strony tłoka na długą, a następnie przez zamknięcie przepustnicy wylotowej wprzód, aniżeli tłok dojdzie do punktu martwego, wskutek czego para pozostała pod tłokiem ściska się i tworzy jakby elastyczną poduszkę, która zmusza tłok zwalniać bieg.

Tym sposobem zwiększając ciężar trzonu, zmuszeni jesteśmy zwiększyć i siłę maszyny i to zwiększyć nie produkcyjnie, ponieważ zaraz po otwarciu przepustnic, nadwyżka siły staje się zbyt dużą.

Dla zapobieżenia temu Bochkoltz zbudował przyrząd, nazwany regeneratorem, zapomocą którego nadwaga trzonu daje się zużytkować z korzyścią dla maszyny.

Przyrząd Bochkoltz'a polega na tem, że trzon główny łączy się z przeciwwahaczem A o C_1 (fig. 765) o trzech ramionach, który zrównoważa wagę jego w ten sposób, że trzon własnym ciężarem może się opuszczać tylko przy otwartych przepustnicach tłoczących, dla otwarcia zaś przepustnic służy dodatkowy ciężar C_2 zawieszony na dolnym ramieniu, prostopadłym do osi wahacza.

Jeżeli przez C oznaczmy ciężar trzonu głównego wraz z trzonami tłoków pomp tłoczących, to ciężar C_1 na końcu wahacza powinien być w ten sposób uregulowanym, aby $C-C_1$ było równe oporowi, jaki przedstawia woda opadaniu trzonu głównego, przy otwartych przepustnicach tłoczących. Waga zaś ciężaru C_2

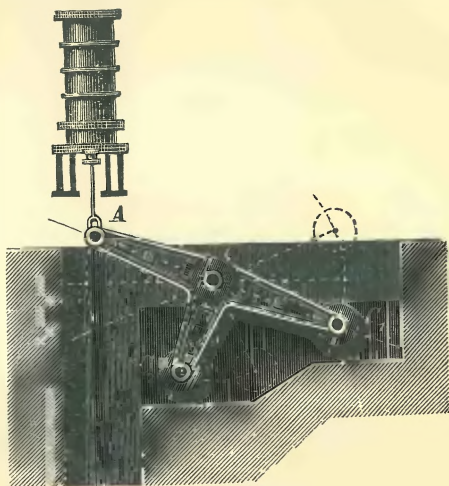


Fig. 765.

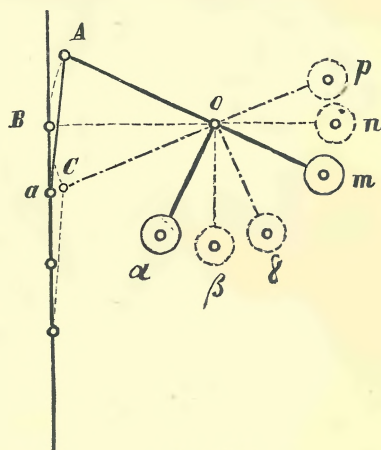


Fig. 766.

reguluje się stosownie do siły jaka jest potrzebną do otwierania przepustnic tłoczących.

W najwyższym położeniu trzonu, wahacz, który jest połączony z trzonem głównym zapomocą drążków $A a$ (fig. 766), przyjmuje położenie $A o m$ i wtedy dodatkowy ciężar C_2 znajduje się w punkcie α . W środkowym położeniu trzonu, wahacz przyjmuje kierunek linii $B o n$, a dodatkowy ciężar C_2 znajduje się wtedy w punkcie β , nareszcie w najniższym położeniu trzonu, wahacz przyjmuje kierunek linii $C o p$, a dodatkowy ciężar C_2 podnosi się do punktu γ . Widzimy więc, że w samym początku opadania trzonu, dodatkowy ciężar C_2 znajdując się w punkcie α , zwiększa wagę trzonu, dostarczając siły, jaka jest potrzebną do otwarcia przepustnic tłoczących. W środkowym położeniu trzonu, gdy przepustnice tłoczące są już otwarte, dodatkowy ciężar C_2 znajduje się na linii pionowej o β , nie wywierając żadnego wpływu na trzon, w miarę zaś jak trzon opada niżej, dodatkowy ciężar C_2 podnosi się do góry, w kierunku łuku $\beta \gamma$, tworząc przeciw-wagę do trzonu, wskutek czego ciśnienie na dolną powierzchnię przepustnic się zmniejsza i przepustnice łatwiej się zamykają. Nareszcie gdy trzon dojdzie do najniższego położenia, ciężar C_2 podniesie się do punktu γ i przy swem opadaniu pomaga maszynie, zwiększając siłę podnoszącą trzon. Tym sposobem przy każdym podwójnym skoku tłoka w cylindrze parowym ciężar C_2 dwa razy na tę samą wysokość się podnosi i opada, czyli że sam przez się żadnego wpływu na powiększenie lub zmniejszenie ilości pracy wykonywanej przez maszynę mieć nie może. Lecz ponieważ on dostarcza siły potrzebnej do otwarcia przepustnic tłoczących, wskutek czego ciężar trzonu głównego może być zmniejszonym, to średnica cylindra parowego także może być zmniejszoną, a więc maszyna będzie zużywała mniej pary i potrzebowała mniej opału.

Nareszcie dzięki dodatkowemu ciężarowi C_2 , można zwiększyć prędkość opadania trzonu, ponieważ nie potrzeba się już obawiać uderzenia o dno tłoka cylindra parowego, bo ciężar C_2 podnosząc się pod koniec skoku tłoka, w kierunku $\beta \gamma$, znacznie zwiększa opór i zmusza trzon zwalniać bieg. Stąd wypływa, że maszyny z regeneratoremi Bochkoltz'a mogą iść prędzej, co jest nadzwyczaj ważnem, bo przy zwiększaniu liczby skoków tłoka, zwiększa się ilość wody odlewanej przez pompy.

Maszyny wodociągowe o działaniu podwójnem. W maszynach o działaniu podwójnem para działa na tłok naprzemian

z obu stron cylindra, z jednakową siłą. Mogą one być z kołami zamachowemi i bez nich.

Maszyny o działaniu podwójnem bez kół zamachowych po raz pierwszy były zbudowane w zagłębiu Ruhr przez inżyniera Ehrardt'a. Ciężar trzonu głównego w tych maszynach powinien być w ten sposób uregulowanym, aby trzon mógł opadać własnym ciężarem, tłoczając wodę do rur wierzchnich, połowę zaś tego ciężaru zrównoważa się za pomocą przeciw-wagi. Tak jeżeli przez C oznaczmy ciężar trzonów, niezbędny do tłoczenia wody w rurach wierzchnich pomp, to połowę tego ciężaru zrównoważa się, przyczepiając, na końcu przeciw-wahacza, ciężar G równy $\frac{C}{2}$, a jednocześnie zmniejsza się odpowiednio wymiary cylindra parowego i zmusza parę działać z jednakową siłą na obydwie powierzchnie tłoka w cylindrze parowym. Gdy trzon główny podnosi się do góry, ciężar G przymocowany na końcu przeciw-wahacza przychodzi w pomoc maszynie, która, podnosząc trzon, przewyżcza tylko opór równy połowie wagi trzonów, to jest $\frac{C}{2}$. Przy opadaniu trzonu, para działając na tłok, przewyżcza tylko opór, jaki stawia przeciw-wahacz z ciężarem $G = \frac{C}{2}$, to jest tylko zrównoważa ciężar zawieszony na końcu przeciw-wahacza; trzon zaś główny opada własnym ciężarem C .

Rozdział pary w tych maszynach odbywa się zupełnie w ten sam sposób jak i w maszynach o działaniu pojedynczem, zapomocą przepustnic i przyrządu drążkowego, połączonego z przeciw-wahaczem. Długość pauz w punktach martwych miarkuje kata-rakta.

Maszyny z kołami zamachowemi (fig. 767). W maszynach z kołami zamachowemi ruch tłoka parowego przechodzi za pomocą korby i drążka korbowego na wał, na którym jest osadzone koło zamachowe, całe zaś urządzenie pomp pozostaje mniej więcej takie same jak i przy maszynach bez kół zamachowych, z tą tylko różnicą, że pompy o działaniu pojedynczem bardzo często zastępują pompami o działaniu podwójnem, lub pompami Rittingera, wydajność których jest znacznie większą.

Jeżeli w szybie są ustawione pompy tłoczące, w takim razie, podobnie jak przy maszynach o działaniu podwójnem bez kół zamachowych, wagę trzonu głównego regulują w ten sposób, aby on

opadał własnym ciężarem, a na końcu przeciw-wahacza zawieszają ciężar równy połowie tego ciężaru, jaki jest potrzebnym do tłoczenia wody.

Rozdział pary odbywa się, jak wogóle we wszystkich maszynach parowych, bez specjalnego przyrządu drażkowego i bez katarakty. Prawie każda maszyna z kołem zamachowem może być zastosowana do odlewu wody.

Maszyny te pracują zwykle pod ciśnieniem pary od $3\frac{1}{2}$ do 4 atmosfer, przy zastosowaniu znacznego rozprężenia, a zwykle i skraplania pary. One są wogóle mniej niebezpieczne aniżeli maszyny bez kół zamachowych, utrzymanie ich kosztuje taniej, a obsługa ich jest łatwiejszą; tam jednak gdzie przypływ wody jest bardzo zmiennym, nie dają się one zastosować. W kopalniach

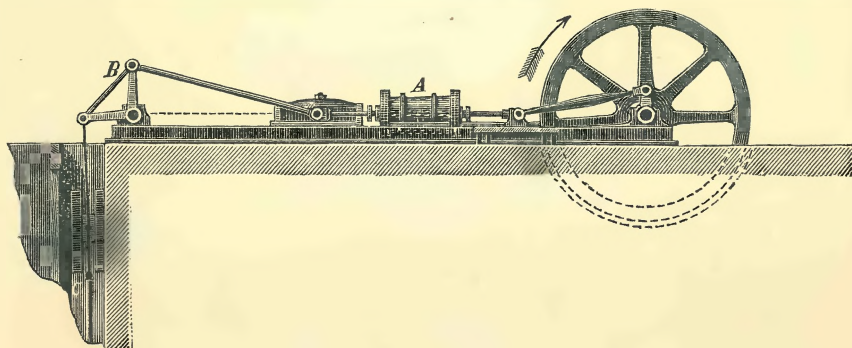


Fig. 767.

więc już urządzonych, gdzie są obszerne chodniki wodne, z których odlew może się odbywać peryodycznie, maszyny z kołami zamachowemi są lepsze; w szybach zaś, które się dopiero pogłębiają i w których ilość wody przypływającej bardzo się zmienia, mogą być używane tylko maszyny bez kół zamachowych z kataraktami.

Figura 767 przedstawia maszynę z kołem zamachowem. Maszyna bliźniacza o dwóch poziomych cylindrach *A*, wprowadza w ruch zapomocą trójkątów *B*, dwa trzony główne *C*. Pompy ustawione są w szybie w dwie kolumny. Trzony wzajemnie się zrównoważają.

Maszyny z kołami zamachowemi mogą być także i z cylindrami pionowemi.

Maszyny odwadniające, podziemne.

Wiadomości ogólne. Maszyny odwadniające z trzonami przedstawiają mechanizmy bardzo złożone i bardzo kosztowne, które się łatwo uszkadzają i dlatego muszą być bardzo starannie dogłądane. Bieg ich, z przyczyny ciężkiego i długiego trzonu, musi być bardzo powolny i tem powolniejszy im głębokość szybu jest większa, w razie zaś pęknięcia trzonu, uszkodzenia całego mechanizmu zawsze są bardzo znaczne.

Gdy głębokość, z której się woda odlewa nie przenosi 300 m., maszyny nadziemne, z trzonami głównymi, mogą być jeszcze, chociaż z bardzo wielką trudnością, stosowane, gdy jednak głębokość szybu dochodzi do 400, 600 lub więcej metrów, odlew wody zapomocą maszyn nadziemnych staje się już jeżeli nie niemożliwym, to w każdym razie nadzwyczaj utrudnionym. Dodawszy zaś do tego, że maszyna odwadniająca nadziemna wymaga oddzielnego szybu, wyłącznie dla siebie i przyjąwszy pod uwagę ogromne wydatki, jakie pociąga za sobą utrzymanie maszyny nadziemnej, nie trudno zrozumieć, że odlew wody, ze znacznych głębokości, maszynami nadziemnymi staje się praktycznie niemożliwym.

Z tych więc przyczyn zaczęto budować maszyny odwadniające bez trzonów, ustawione w samej kopalni, tuż obok pomp. Do roku 1870 panowała ogólna niechęć przeciwko maszynom podziemnym, jeszcze nawet w r. 1880 większość była im przeciwną, dopiero ciągle zwiększająca się głębokość szybów i zwiększający się przypływ wody, zmusiły je zastosować.

Pierwsze maszyny podziemne były parowe i zbudowane bardzo prosto, składały się one tylko z cylindra parowego i cylindra pompy, tłoki których były osadzone na wspólnym trzonie. Maszyny te były tanie i zajmowały mało miejsca, ale zużywały bardzo dużo pary. Później zaczęto budować pompy hydrauliczne o wysokim ciśnieniu, pompy elektryczne o średniej i wielkiej szybkości i nareszcie pompy odśrodkowe, podnoszące wodę na znaczną wysokość.

Parę do maszyn podziemnych zwykle doprowadzają od kotłów, ustawionych na powierzchni ziemi, w wyjątkowych jednak razach, a mianowicie jeżeli wymiary chodników pozwalają na przewiezienie kotłów i jeżeli komora maszynowa znajduje się tuż obok

szybu, przez który wychodzi z kopalni zepsute powietrze, tak, że dym z paleniska można wpuszczać wprost do szybu, kotłownię budują pod ziemią obok samej maszyny.

Największą zaletą maszyn podziemnych jest brak długiego i ciężkiego trzonu, dzięki czemu prędkość ruchu maszyny może być daleko większą. Przy jednakowej więc ilości wody wypompowywanej, maszyna podziemna może być daleko mniejszą, a co za tem idzie i daleko tańszą.

Maszyna podziemna odrazu tłoczy słup wody 400 i więcej metrów wysoki, gdy tymczasem przy maszynie z trzonem, dla odlewu wody z takiej głębokości, potrzebaby było postawić co najmniej trzy pompy jedna nad drugą. Objaśnić to można w ten sposób, że w maszynach podziemnych, wskutek zastosowania pomp bliźniaczych, regulatorów powietrznych i kół zamachowych, strumień wody podnosi się do góry ciągle bez żadnej przerwy, gdy tymczasem w maszynach z trzonami woda jest podnoszoną do góry tylko przy opadaniu trzonu, podczas więc przerw w podnoszeniu, ruch wody zaczyna się w kierunku odwrotnym, wskutek czego ciśnienie wody na przepustnice i ściany rur w maszynach podziemnych jest mniejsze, aniżeli w maszynach z trzonami.

Ustawienie maszyny podziemnej jest daleko łatwiejsze i wymaga o wiele mniej czasu, sama zaś maszyna nie zajmuje w szybie miejsca, bo właściwie mówiąc w szybie umieszcza się tylko dwie kolumny rur, jedną do przepływu pary i drugą do odlewu wody. Nareszcie i utrzymanie maszyny jest tańszem, ponieważ oprócz maszynisty nie potrzeba osobnego dozorca pomp.

Obecnie budują już maszyny podziemne, które mogą odlewać 15 m³ wody na minutę z głębokości 500 metr.

Wielką niedogodnością maszyn podziemnych jest to, że wymagają obszernych komór, co, w skałach mało wytrzymałych, przedstawia poważne trudności. Dla zmniejszenia tej niedogodności maszyny podziemne starają się dziś budować o ile można węższe i niższe. Wybierają więc dla pomp podziemnych maszyny sprzężone (compound) z cylindrami jeden za drugim (tandem), które można ustawić w wyrobisku stosunkowo wązkim. Chociaż w Niemczech budują pompy podziemne wprowadzane w ruch maszynami z potrójnem rozprężeniem.

Drugim wielkim niedostatkiem tych maszyn jest to, że w razie zepsucia się maszyny wymagającego dłuższej naprawy, lub w razie nagłego zwiększenia się przyływu wody, maszyna, a ra-

zem z nią i cała kopalnia może być zalana. Dla zapobieżenia temu wszędzie przy maszynach podziemnych należy urządzać, poniżej poziomu robót, bardzo obszerne zbiorniki do wody. W razie zaś niemożności urządzenia bardziej obszerne zbiorników, maszynę ustawiają na pewnej wysokości nad poziomem robót, w jednej części kopalni, i w razie zepsucia się maszyny lub nagłego zwiększenia się przypływu, część kopalni poniżej poziomu maszyny zatapiają.

Dla zapobieżenia zatopieniu maszyny postępują jeszcze następującym sposobem: komorę maszynową omurowywują budową wodonieprzenikliwą, a wejście do niej odgradzają tamą z drzwiami zamykającymi się hermetycznie. Z górnego zaś piętra kopalni robią oddzielne wejście do komory maszynowej.

Wielką jeszcze niedogodność przedstawiają maszyny parowe podziemne z przyczyny gorąca, jakie panuje w komorze maszynowej. Temperatura w komorze maszynowej podwyższa się do tego stopnia, że praca w niej staje się zbyt uciążliwą. Przewietrzanie choćby nawet bardzo silne, nie jest w stanie zniżyć temperatury, wskutek czego bezpieczeństwo całej instalacji bardzo się zmniejsza.

W Houtrop około Bochum postawiono, jedną obok drugiej, dwie maszyny podziemne jednakowej siły, jedną parową, a drugą elektryczną. Gdy jest w ruchu sama tylko maszyna elektryczna, powietrze w komorze jest suche i temperatura nie przekracza 20°, gdy zaś maszyna parowa jest w biegu, powietrze nasycy się wilgocią i temperatura podnosi się do 40°.

Podział maszyn odwadniających podziemnych. Wszystkie maszyny odwadniające podziemne obecnie używane, mogą być podzielone na następujące działy:

I. Pompy parowe:

- a) pompy parowe bez koła zamachowego,
- b) pompy parowe z kołami zamachowymi.

II. Pompy z motorem hydraulicznym:

- a) pompy o małym ciśnieniu,
- b) pompy o wysokim ciśnieniu.

III. Pompy z motorem elektrycznym:

- a) pompy wolnochozące z przekładniami,
- b) pompy szybkochozące połączone z motorem bezpośrednio.

IV. Pompy odśrodkowe.

V. Pompy działające zgęszczonem powietrzem.

We wszystkich tych pompach pierwiastkowym źródłem energii jest ciepło i tylko w wyjątkowych razach używa się naturalny spadek wody. Ciepło używa się dla wytworzenia pary, która działa albo bezpośrednio jako motor w maszynie podziemnej, wprowadzającej w ruch pompę, albo też, jak w pompach hydraulicznych, lub elektrycznych, para wytwarza energię, która znowu zapomocą pompy tłoczącej, lub dynamomaszyny, przetwarza się w siłę służącą jako motor dla pompy.

Pompy działające zgęszczonem powietrzem używają się bardzo rzadko, gdyż ich praca pożyteczna jest bardzo mała, nie większa nad 35%, tych więc pomp opisywać nie będziemy.

Dotąd najczęściej spotykają się pompy parowe; do ostatnich czasów były one prawie wyłącznie używane. Pompy z motorem hydraulicznym (ulepszone) i pompy z motorem elektrycznym dopiero niedawno zaczęły wchodzić w użycie, pompy zaś z motorem hydraulicznym o małym ciśnieniu, używane były wcześniej od pomp parowych.

Najczęściej w maszynach odwadniających podziemnych używają się pompy tłoczące, o działaniu pojedynczem, a dlatego, aby woda wypływała z rur jednostajnie i regularnie, łączą z sobą po 2, po 3 lub nawet po 4 takie pompy. Czasami, chociaż rzadziej, używają się pompy o działaniu powójnem.

Pompy podziemne parowe. Każda pompa podziemna parowa składa się z następujących części: *a*) przewodu parowego, to jest kolumny rur w szybie doprowadzających parę do maszyny; *b*) kolumny rur w szybie, przez które woda wypływa z kopalni i *c*) z motoru połączonego z pompą właściwą.

Przy urządzeniu przewodu parowego należy się starać zmniejszyć do minimum stratę energii, zależącą od samego przewodu, która pochodzi wskutek skraplania się pary w rurach i wskutek zmniejszania się ciśnienia pary w rurach. Skraplanie się pary w rurach, jak również i strata ciśnienia w rurach, jest proporcjonalną do długości przewodu, a ponieważ długość przewodu zależy od mniej lub więcej znacznego oddalenia kotłów od maszyny, więc pod tym względem nie zrobić nie można, można jednak zmieniać średnicę rur.

Skraplanie się pary w rurach pochodzi wskutek przenikania ciepła przez ściany rur. Gdyby np. rura doprowadzająca parę nie była wcale izolowaną, to przy długości przewodu 500 metr, skraplałyby się pary w rurach około 1000 kg. na godzinę, przy dobrej jednak

izolacji przewodu, tę stratę można zredukować do $\frac{1}{3}$, a nawet do $\frac{1}{4}$. Dane te potwierdziły doświadczenia zrobione przez profesora Gutermuth'a w szybie Jósef w kopalni Gerhardt, w zagłębiu Saarbrücken ¹⁾. Gutermuth znalazł, że w przewodzie dobrze izolowanym ilość pary skroplonej wynosiła: w rurach żelaznych 1,10—1,35 kg. na godzinę i metr kwadratowy wewnętrznej powierzchni przewodu, a w rurach z żelaza lanego 1,03—1,33 kg. na godzinę i metr kwadratowy powierzchni wewnętrznej rury.

Doświadczenia wykonane w r. 1884 w Creusot (we Francji) przez Compère'a z różnemi zaprawami izolacyjnymi wskazały, że, gdy różnica pomiędzy temperaturą pary w rurach i temperaturą zewnętrznego powietrza wynosi 145°, w rurach z żelaza lanego nie izolowanych średnio skrapla się para 5,8 kg. na godzinę i metr kwadratowy powierzchni wewnętrznej rury, w rurach izolowanych zależnie od materiału, z którego była zrobiona powłoka izolująca od 0,813 do 1,630 kg. na godzinę i metr kwadratowy powierzchni wewnętrznej rury.

Z tego wszystkiego wypływa, że dla zmniejszenia ilości skraplającej się pary, należy zmniejszyć powierzchnię, przez którą ciepło przenika i zwiększyć prędkość przepływającej pary.

Oprócz skraplania się, para traci jeszcze w przewodzie parowym część swojej energii, co pochodzi wskutek tarcia, wskutek zmiany kierunku, jak również i wskutek zmiany przekroju rur. Strata energii szczególnie dotkliwie daje się czuć tam, gdzie kotły są o małym ciśnieniu, bo wtedy para przychodzi pod tak małym ciśnieniem, że działanie 'maszyny staje się nieekonomiczne. Dla maszyn więc podziemnych należy budować kotły o znacznem ciśnieniu, aby nie zważając na stratę energii w przewodzie, maszyny mogły być urządzone ze znacznem rozprężeniem.

Skraplanie się pary w przewodzie znacznie zwiększa jej rozchód, a co za tem idzie i koszty utrzymania maszyny. Rozchód pary w maszynach podziemnych bywa większym jeszcze i dlatego ponieważ maszyna powinna być w stanie przewyciężyć nie tylko przypływ wody normalny, ale i przypływ czasowy, jaki się może zdarzyć wypadkiem, musi więc ona być zawsze silniejszą nad zwykłą potrzebę. Dlatego też pompy podziemne zwykle pracują tylko 18 godzin na dobę, a często nawet 12 godzin, a ponieważ przewód

¹⁾ A. Laponche Les machines d'épuisement souterraines. Bulletin de la Société de l'industrie mineral tom XV, IV livraison, 1901.

parowy, dla zapobieżenia ciągłemu rozszerzaniu i kurczeniu się rur, któreby wywoływało uszkodzenia połączeń, musi być ciągle połączony z kotłami, rozchód więc pary wyrażony w ilości wypompowywanej wody, musi być bardzo znaczny. Nareszcie gdyby przewód był zimny, to przy puszczeniu maszyny w ruch nastąpiłoby znaczne skraplanie pary, które mogłoby spowodować wypadek.

Wyżej wspomnieliśmy, że ilość pary jaka się skrapla w przewodzie zależy wyłącznie tylko od różnicy pomiędzy temperaturą w rurze przewodu i temperaturą zewnętrznego powietrza, a bynajmniej nie od prędkości, z jaką para przypływa, gdy więc maszyna jest w spoczynku, ilość skraplającej się pary będzie taka sama jak i podczas jej biegu. Dlatego też maszyna, która jest w ciągłym biegu zawsze zużywa mniej pary od maszyny pracującej peryodycznie. Tak maszyna pracująca bez przerwy zużywa 10,9 kg.

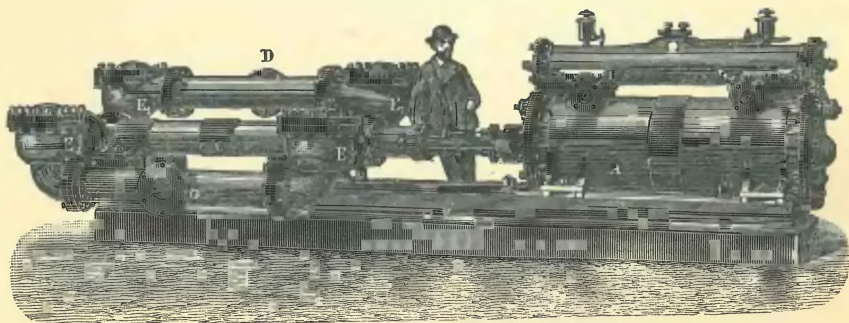


Fig. 768.

pary na godzinę i konia, taż sama maszyna gdy pracuje peryodycznie, po 12 godzin na dobę, zużywa 12 kg. na godzinę i konia, a pracując po 6 godzin na dobę, zużywa 16,5 kg.

Maszyny odwadniające podziemne bez koła zamachowego. Maszyny te nazywają jeszcze pompami amerykańskimi, mają one tę zaletę, że są nie drogie, zajmują mało miejsca i łatwo się ustawiają, ponieważ jednak pracują bez rozprężenia, zużywają więc dużo pary. Bieg tych maszyn nie jest regularny i przerwy w robotach dosyć częste. Ustawiają ich tylko w wyjątkowych razach w tych kopalniach, w których skały otaczające są mało wytrzymałe, tak, że urządzenie wewnątrz kopalni obszerniejszej komory maszynowej i trwałych fundamentów, niezbędnych dla maszyny z kołem zamachowym, przedstawiałoby znaczne trudności.

Figura 768 przedstawia pompę systemu Cammeron'a, znaną

pod nazwą pompy Tangye. Jest to maszyna o działaniu bezpośrednim, w której tłok cylindra parowego i tłok pompy mają wspólny trzon. Rozdział pary odbywa się zapomocą suwaków, otrzymujących ruch od tłoka parowego. *A*—cylinder parowy; *B*—suwaki, *C*—rura tłokowa pompy. Woda wchodzi do pompy rurą ssącą *G*, a idzie w górę rurą tłoczącą, przytwierdzoną przy *D*. Dla osłabienia uderzeń wody na przepustnice, przy zmianie sko-

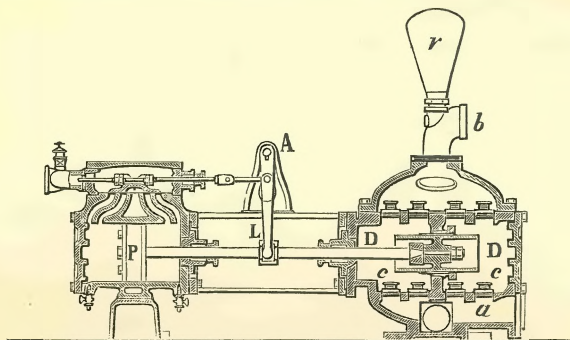


Fig. 769.

ków tłoka, umieszcza się przy rurze, którą woda idzie do góry, regulator powietrzny. *E E*—przepustnice ssące, *E₁ E₁*—przepustnice tłoczące. Wszystkie części maszyny muszą mieć bardzo silną budowę, aby mogły wytrzymać ciśnienie słupa wody, dochodzącego do powierzchni ziemi. Pompy te z przyczyny ogromnej ilości pary jaką zużywają, dziś już prawie zupełnie wyszły z użycia.

Pompa Worthington'a. Pompa Worthington'a przedstawia pompę bliźniaczą to jest składa się z dwóch pomp, z których każda o działaniu podwójnem i każda ma swój własny motor. Motory te jednak są z sobą w ten sposób połączone, że jeden z nich wprawia w ruch przyrząd rozdzielczy motoru drugiego, przyczem obydwie motory i obie pompy są osadzone na wspólnej ramie (fig. 769 i 770). Figura 769 przedstawia pompę w przecięciu podłużnem, a figura 770 widok pompy z tyłu. *P*—cylinder parowy, *D*—cylinder pompy; *a*—rura ssąca; *b*—rura tłocząca, *c* — przepustnice ssące, *r* — regulator powietrzny.

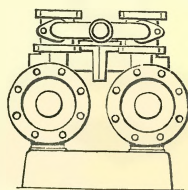


Fig. 770.

Cylindry parowe przy pompach Worthington'a odznaczają

się tem, że mają nie po 3 lecz po 5 kanałów, z których 2 krańcowe służą do wypuszczania pary świeżej, a dwa, leżące bliżej środka, do wypuszczania pary zużytej. Cylindry pomp są opatrzone znaczną liczbą małych okrągłych, gutaperkowych lub metalicznych, przepustnic ssących i tłoczących, które zapewniają pompie ruch zupełnie spokojny, bez wstrząśnięć.

Gdy tłok *P* (fig. 769) jest w ruchu, jego trzon przesuwają zapomocą drążka kolanowego *L*, mającego oś obrotu w *A*, suwak drugiego cylindra parowego, który się wtedy znajduje w spoczynku i tym sposobem para wchodzi do drugiego cylindra wcześniej aniżeli tłok w pierwszym cylindrze odbędzie swoją drogę. Następnie tłok pierwszy zatrzymuje się, a tłok drugi porusza się, tak że jeden tłok zawsze wyprzedza drugi na $\frac{1}{2}$ skoku, a ponieważ każdy z tłoków wprowadza w ruch pompę o działaniu podwójnem, więc strumień wody w rurze tłoczącej wypływa prawie bez przerwy.

Jak widać z figury 769, kanał, przez który wychodzi para zużyta, jest umieszczony w pewnej odległości od dna cylindra, tak, że tłok, pod koniec swojego skoku, jest wskutek zgęszczenia pary do pewnego stopnia wstrzymany w swym ruchu, dlatego też uderzenie tłoka o dno cylindra staje się niemożliwem. Dzięki jednak temu w pompach tego typu nie można zastosować skraplania pary zużytej, bo w takim razie tłok nie mógłby być zatrzymywany pod koniec swego skoku.

Ten niedostatek został poprawiony w pompach Worthington'a, działających z rozprężeniem pary, które są bez porównania lepsze od poprzedzających. W pompach z rozprężeniem pary, przy każdym skoku tłoka, siła maszyny zmniejsza się, podczas drogi odbywanej przez tłok, wskutek rozprężenia pary, gdy tymczasem opór pozostaje ten sam. Wypływa więc stąd pewna niedogodność, która została poprawioną zapomocą kompensatora.

Kompensator Worthington'a¹⁾ składa się z dwóch wahających cylindrów z tłokami pełnymi, przytwierdzonymi po obu stronach trzonu tłokowego pompy. Tłoki te są przymocowane do trzonu tłokowego pompy w ten sposób, że trzon tłokowy pompy ma w pewnym miejscu zgrubienie, w którym są zrobione dwa kuliste wgłębienia. W te wgłębienia wchodzi główki trzonów tłokowych, poruszających się w cylindrach wahających, które są

¹⁾ Kompensator ten oznaczony jest na figurze 771 literą J.

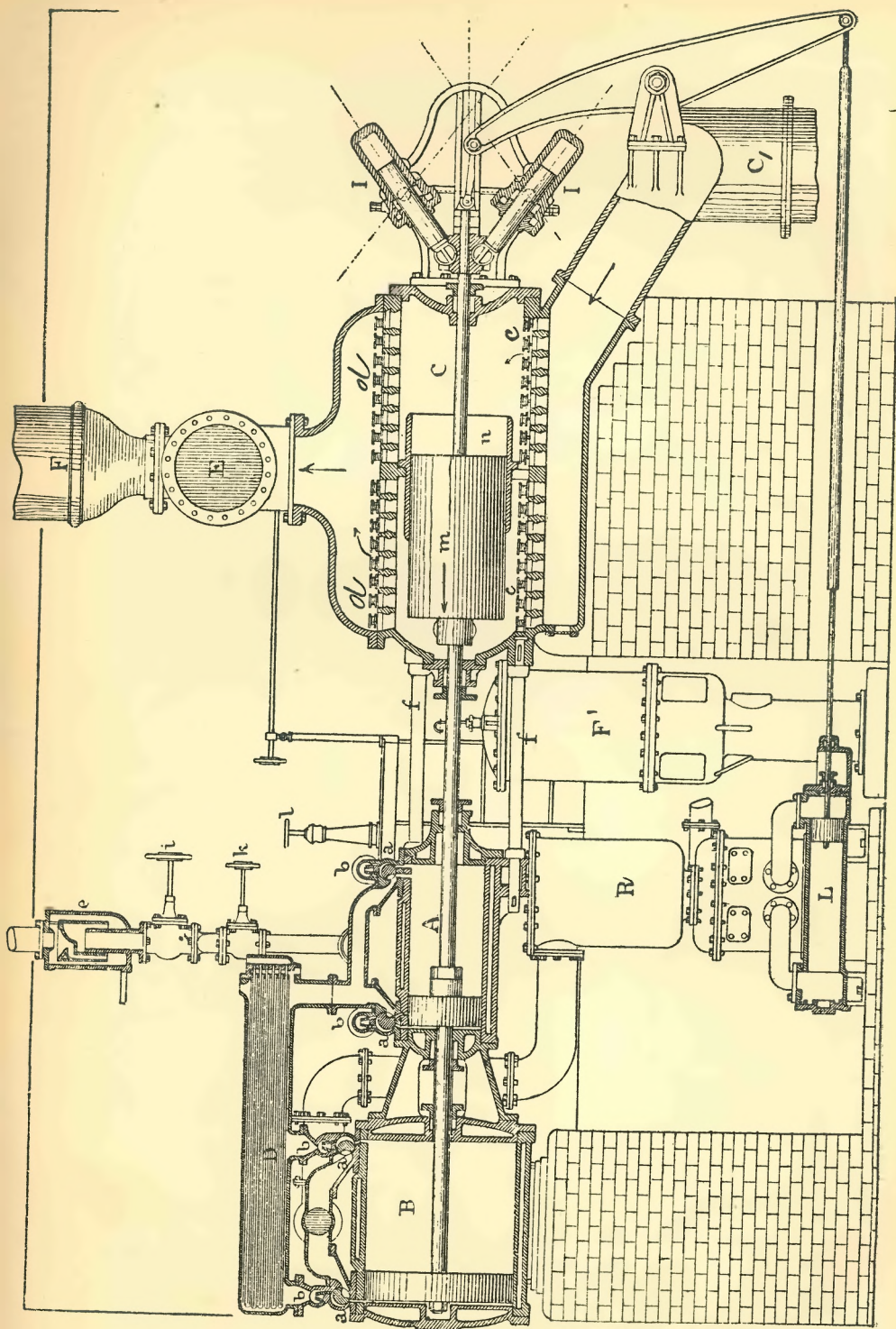


Fig. 771.

obrobione w kształcie kul dopasowanych do tych wgłębień. Gdy tłok pompy jest w środkowym punkcie swej drogi, osie cylindrów wahających się są prostopadłe do osi trzonu tłokowego pompy, tak, że gdy tłok pompy odbywa pierwszą połowę swej drogi, małe tłoki, przytwierdzone do jego trzonu, wchodzą do cylindrów wahających się i zgęszczają w nich powietrze, przeciwnie w drugiej połowie drogi małe tłoki wychodzą z cylindrów wahających się i powietrze zawarte w tych cylindrach rozszerza się. Ponieważ zaś cylindry wahające się są połączone z regulatorem powietrznym, umieszczonym na rurze tłoczącej, więc podczas pierwszej połowy drogi tłoka pompy te, zgęszczając powietrze, działają w kierunku

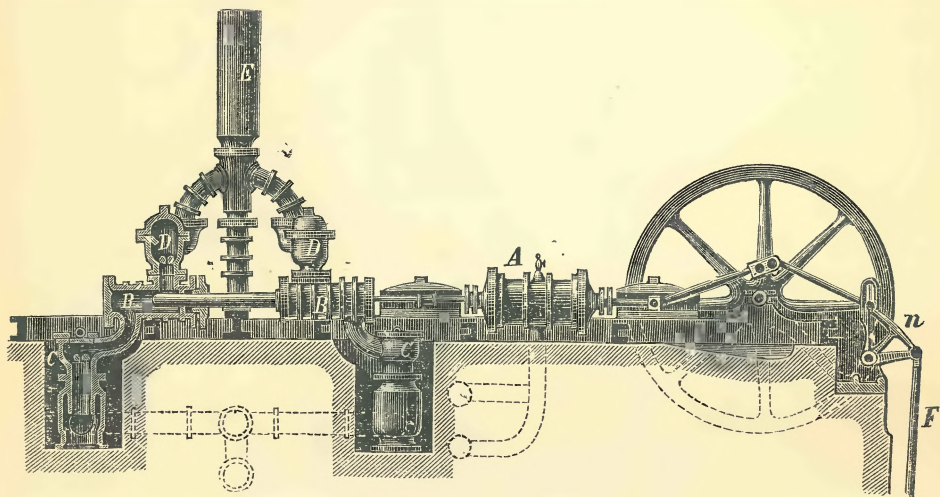


Fig. 772.

ku przeciwnym aniżeli para, a podczas drugiej połowy drogi tłoka powietrze w cylindrach się rozszerza i praca przez niego wykonywana przyłącza się do pracy rozprężającej się wtedy pary.

Figura 771 przedstawia pompę Worthington'a połączoną z maszyną parową compound z cylindrami parowymi ustawionymi jeden za drugim i z kompensatorem. *A*—cylinder wysokiego ciśnienia, *B*—cylinder niskiego ciśnienia, *D*—odbieracz z przegrzewaniem pary systemu rurowego, *a b*—stawidła rozdzielające i przecinające dostęp pary, *R*—oziębiacz, *L*—pompa powietrzna, *I*—kompensator siły, któryśmy wyżej opisali, *C*—cylinder pompy, *c*—przepustnice ssące, *d*—przepustnice tłoczące, *F*—regulator powietrzny, *E*—rura tłocząca, *e*—rura doprowadzająca parę, wspólna dla obu połówek

maszyny, z przyrządem do osuszania pary, *i*—przepustnica parowa wspólna dla obu połówek maszyny, *k*—przepustnica oddzielna dla każdej połowy maszyny, *f*—śruby łączące cylinder parowy z cylindrem pompy, *C*₁—rura ssąca, *F*¹—regulator powietrzny do rury ssącej.

Pompy Worthington'a budują nawet z maszynami parowymi o potrójnem rozprężeniu.

Maszyny odwadniające z kołami zamachowemi. Maszyny z kołami zamachowemi mogą tłoczyć większą ilość wody

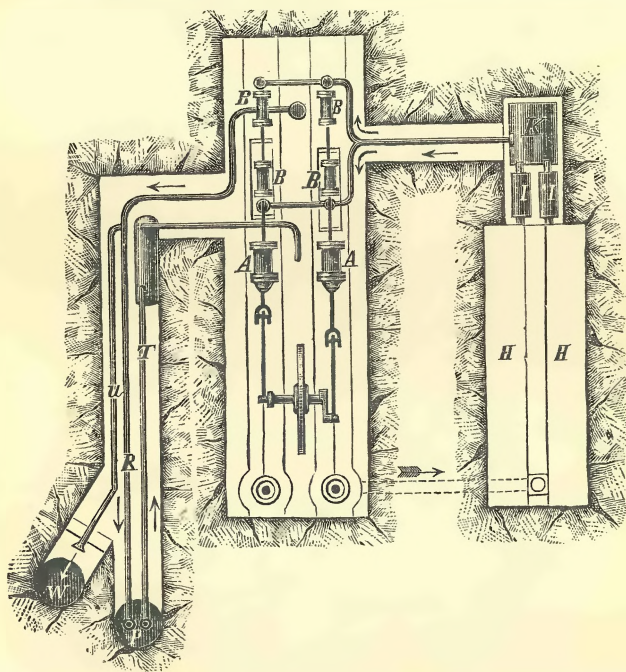


Fig. 773.

i na znacznie większą wysokość aniżeli maszyny bez kół zamachowych.

Maszyna może być o jednym cylindrze i wprowadzać w ruch pompę o działaniu podwójnem, lub jeszcze lepiej pompę bliźniaczą, złożoną z dwóch pomp tłoczących. Częściej jednak maszynę budują o dwóch cylindrach, korby których są przytwierdzone do osi wału pod kątem 90° i wtedy każdy cylinder wprowadza w ruch oddzielną pompę bliźniaczą, wszystkie zaś pompy tłoczą wodę do jednej wspólnej rury. Takie połączenie dwóch maszyn jest bar-

dzo korzystne, ponieważ ruch wody w rurze tłoczącej odbywa się

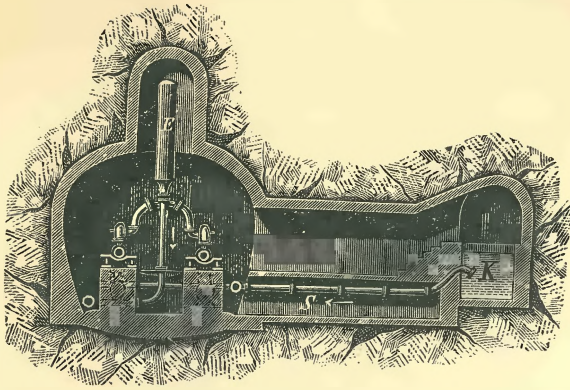


Fig. 774.

bez przerwy, w jednym kierunku ku górze, wskutek czego przepustnice tłoczące łatwiej się otwierają i maszyna pracuje zupełnie spokojnie, bez wstrząśnięć.

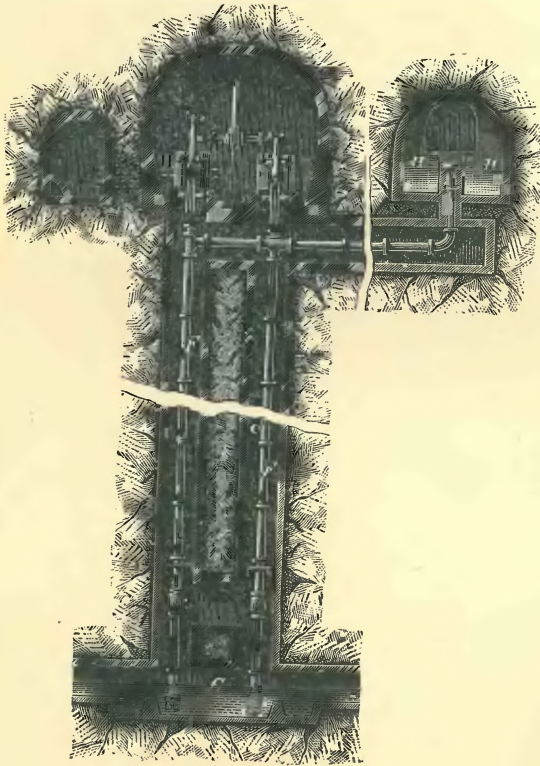


Fig. 775.

Figury 772, 773, 774 i 775 przedstawiają maszynę z kołem zamachowym, ustawioną w kopalni Montceau les mines, we Francyi, na głębokości 300 metr. Maszyna jest o dwóch cylindrach, wprowadza w ruch dwie pompy bliźniacze i dwie pompy ssące, które podają wodę pompom bliźniaczym, z obszernych zbiorników, urządzonych na głębokości 34 metr., tak, że całkowita głębokość, na którą maszyna podnosi wodę, wynosi 334 metr. Figu-

ra 772 przedstawia widok maszyny z boku, figura 773 plan całego urządzenia, figura 774 przecięcie pionowe w miejscu gdzie są pompy tłoczące, a figura 775 także przecięcie w miejscu gdzie są pompy podnoszące. *A*—cylindry parowe, *B*—pompy, *C*—przepustnice ssące, *D*—przepustnice tłoczące, *E*—regulator powietrzny, *F* (fig. 772 i 775)—pompy ssące, wprowadzane w ruch zapomocą trzonu korbowego i trójkątów *n*, połączonych z korbą osadzoną na wale koła zamachowego. Pompy te podnoszą wodę ze zbiornika głównego *G*, w którym się zbierają wody kopalniane. Zbiornik ten leży o 34 metry poniżej komory maszynowej. Pompy *F F* ustawione w ślepych szybikach ciągną wodę do zbiorników *H H* (fig. 775), z których woda, po osadzeniu się w niej mętów, przechodzi przez siatki *J J* do zbiornika *K* (fig. 774), do którego dochodzi rura ssąca *S* pomp tłoczących *B*. Pompy *B* tłoczą wodę rurami *R* (fig. 773) do szybu *P*. *T* rura prowadząca parę do maszyny. Para z przepustnic wylotowych idzie przez rurę *u* do szybu *W*.

W kopalni tej urządzone są na różnych poziomach zbiorniki do wody, pojemność których jest tak znaczną, że nawet w razie zatrzymania maszyny na miesiąc, kopalnia jeszcze nie byłaby zalana.

Głębokość, z której parowe maszyny podziemne mogą wodę odlewać. Para z maszyn podziemnych nie może być wpuszczoną do kopalni, należyte więc jej skraplanie ma bardzo ważne znaczenie. Wprzód parę wpuszczano do żompia, co jednak nie było dogodnem, ponieważ znaczna jej część wydziela się nazewnątrz. Próbowano ją także wpuszczać, przez oddzielną siatkę, do rury ssącej (fig. 776) pomp, gdzie ona się skraplała i w postaci wody cieplej wychodziła na powierzchnię ziemi. Dziś maszyny podziemne budują ze skraplaczami, a woda która służy do oziębiania jest właśnie ta, jaką pompują. Dla skroplenia jednak całej ilości pary, zużywanej przez maszynę, konieczną jest pewna ściśle oznaczona ilość wody zimnej. Ponieważ zaś do odlewu jednej i tej samej ilości wody, potrzebną jest tem silniejsza maszyna (to jest tem większa ilość pary), im większą jest głębokość, z której się woda odlewa, musi więc być pewna granica,

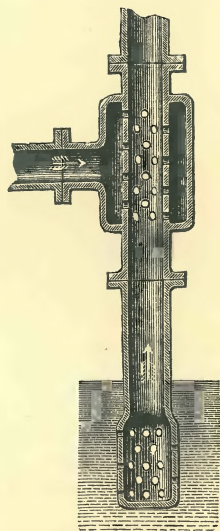


Fig. 776.

po przejściu której, ilość wody odlewanej przez maszynę nie będzie już dostateczną do skroplenia całej ilości pary zużytej na jej odlewanie. Granica ta oczywiście będzie przedstawiała *maximum* głębokości, poza którą użycie podziemnych maszyn parowych odwadniających staje się już niemożliwym, a przynajmniej bardzo utrudnionem.

Wiemy, że jeden kilogram węgla może wytworzyć 7 kilogr. pary i że jeden kilogram węgla jest dostatecznym, aby maszyna wykonała, w ciągu godziny, pracę skuteczną równą $\frac{2}{3}$ konia parowego, to jest, że jeden kilogram węgla wytwarza siłę równą $\frac{2}{3} \times 75 \times 60 \times 60 = 180\,000$ kilogramometrów. Siła ta może podnieść pewną ilość wody, np. p kilogramów na wysokość $\frac{180\,000}{p}$ metrów.

Dla skroplenia jednego kilograma pary potrzeba 30 kg. wody zimnej, a więc dla skroplenia tej ilości pary jaką wytwarza jeden kg. węgla, to jest 7 kg. pary, potrzeba $7 \times 30 = 210$ kg. wody zimnej. Stąd widzimy, że maszyna nie jest w stanie brać całej ilości wody, niezbędnej do skroplenia zużywanej przez nią pary, z głębokości większej niż $\frac{180\,000}{210}$, to jest około 857 metrów. Czyli, że 857 metr., przedstawia mniej więcej *maximum* głębokości, przy której użycie maszyn odwadniających podziemnych jest jeszcze dziś możliwym.

Naturalnie, że im maszyna będzie doskonalszą, to jest im mniej będzie zużywała pary, tem mniej będzie potrzebowała wody na jej skraplanie, a więc tem głębokość, z której ona może odlewać wodę, będzie większą. Stąd widzimy, że podziemnym maszynom parowym odwadniającym należy dawać najbardziej udoskonaloną konstrukcję.

Należy jeszcze zwrócić uwagę, że obliczona wyżej głębokość 857 metrów, z której maszyna podziemna może odlewać wodę, w praktyce musi być mniejszą, bo przez skraplanie pary, temperatura wody znacznie się podwyższa. Zbyteczne zaś podwyższenie temperatury wody, może być przyczyną bardzo nieprawidłowego działania pomp. Woda gorąca, dostawszy się do rury ssącej pomp, gdzie pod tłokiem jest próżnia, zaczyna parować, rura więc tłokowa nie napęla się wodą całkowicie, i przy opadaniu tłoka powstają wstrząśnienia w całym mechanizmie, a gdy woda będzie zanadto gorąca, pompa zupełnie przestanie działać.

Pompy z motorem hydraulicznym. Pompy z motorem hydraulicznym należą do najstarszych, z przyczyny jednak ich stosunkowo małej pracy skutecznej, niewielkie miały dotąd zastosowanie. Dopiero w ostatnich czasach, gdy zostały znacznie ulepszone, weszły w użycie, rozpowszechnieniu zaś ich bardzo sprzyjały niedogodności, jakie przedstawiają maszyny parowe ustawione pod ziemią, wewnątrz kopalni. Pompy z motorem hydraulicznym urządza się w następujący sposób: maszyna parowa ustawiona na

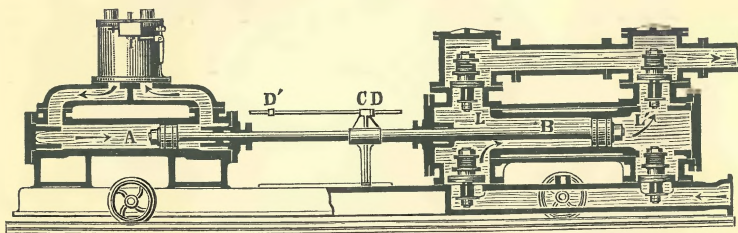


Fig. 777.

powierzchni wprowadza w ruch pompę ciśnień, która zgęszcza wodę. Woda zgęszczona tłoczy się z początku do akumulatora, który jednocześnie jest i regulatorem ciśnienia, a następnie dalej do przyrządu rozdzielczego motoru hydraulicznego, ustawionego w samej kopalni, z którym pompa podziemna jest bezpośrednio połączona.

Całe urządzenie składa się z następujących części:

1) *Na powierzchni:*

a) Maszyny parowej wprowadzającej w ruch pompę ciśnień.

b) Pompy ciśnień.

2) *W szybie:*

a) Kolumny rur służącej jako przewód do wody zgęszczonej.

b) Kolumny rur odprowadzających wodę, która już wykonała pracę w cylindrze.

c) Kolumny rur odprowadzających wodę wypompowywaną z kopalni.

3) *W kopalni:*

a) Motoru hydraulicznego.

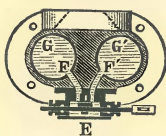


Fig. 778.

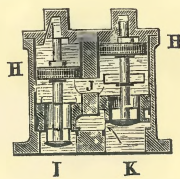


Fig. 779.

b) Pompy odlewającej wodę z kopalni.

Pierwotnie ciśnienie pod jakim dostarczano wodę do maszyn podziemnych, nie przenosiło 40—50 atmosfer, dziś budują już maszyny udoskonalone, działające wodą pod ciśnieniem 200 — 300 atmosfer, tak, że obecnie znajdujące się w kopalniach maszyny można podzielić na dwie kategorie, a mianowicie na maszyny hydrauliczne o niskiem i o wysokiem ciśnieniu.

Jako przykład maszyny o niskiem ciśnieniu opiszemy maszynę odwadniającą Davey'a, zbudowaną w r. 1884 i ustawioną w kopalni Busches du Rhône we Francyi, dla odlewu $7,7 m^3$ wody, z głębokości 93 m (fig. 777, 778 i 779). Maszyna parowa compound

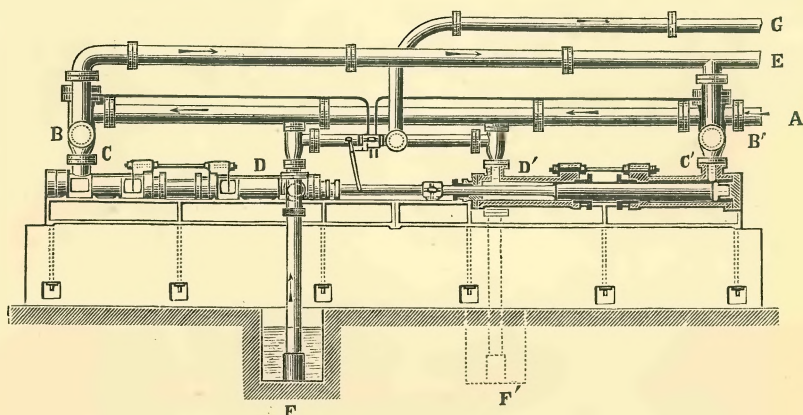


Fig 780.

dostarcza do motoru podziemnego wodę pod ciśnieniem 42 atmosfer. Motor A (fig. 777) działa bezpośrednio na pompę B, tłok której jest osadzony na tym samym trzonie co i tłok maszyny A. Przyrząd rozdzielczy E motoru (fig. 778) wprowadza się w ruch zapomocą dźwiga ze zgrubieniami D D' (fig. 777), który w końcu każdego skoku otwiera i zamyka naprzemian kanały F F' (fig. 778), doprowadzające wodę zgęszczoną do rur G G, ponad tłoki H H (fig. 779). Gdy woda wejdzie do rury G, tłok H pod ciśnieniem jakiego wywierza, opuszcza się na dół i otwiera przepustnicę J, przez którą woda zgęszczona wchodzi do cylindra maszyny.

Figura 780 przedstawia pompę podwójną tego samego typu. A—przewód dla wody zgęszczonej; B B'—przyrządy rozdzielcze; C C'—cylindry motoru hydraulicznego; D D'—cylindry pomp;

F F' rury ssące pomp; *G* rura tłocząca pomp; *E* rura odprowadzająca wodę zgęszczoną, która już wykonała pracę w cylindrze maszyny.

Na pierwszy rzut oka oddzielny przewód dla wody, która już wykonała pracę w maszynie może się wydawać zbyt, jest on jednak bardzo pożytecznym, bo pozwala ciągle używać jednej i tej samej wody z dodatkiem tylko bardzo niewielkiej ilości wody świeżej, niezbędnej do uzupełnienia tej ilości, jaka się traci wskutek przesączania się płynu. Dzięki temu woda służąca jako motor jest zawsze dobrze oczyszczaną, a dla zmniejszenia tarcia przy przechodzeniu jej przez rury, a także i tarcia w przyrządach rozdzielczych, dodaje się trochę oliwy, lub też trochę wazeliny.

Maszyny hydrauliczne o wysokim ciśnieniu tem się różnią od poprzednich, że woda działa w nich pod ciśnieniem, które się waha od 200 do 300 atmosfer. Tak znaczne ciśnienie można było zastosować tylko dzięki wielkiemu postępowi, jaki ostatnimi czasy zrobiono w fabrykacyi rur. Zastosowanie wysokiego ciśnienia do motorów hydraulicznych podziemnych znakomicie powiększyło ich pracę pożyteczną, bo, jak wiadomo, opór, jaki ciecz musi przezwyciężać przechodząc przez rury, nie zależy od ciśnienia cieczy i zmienia się mniej więcej proporcjonalnie do kwadratu z prędkości. Jeżeli więc ciśnienie wody w rurach powiększymy 5 razy, to ilość wody potrzebnej do wprowadzenia w ruch pompy podziemnej będzie 5 razy mniejszą, a jeżeli przytem średnica rur doprowadzających wodę do motoru hydraulicznego pozostanie ta sama, to prędkość przyływu także może być 5 razy mniejszą, strata więc na sile, pochodząca wskutek tarcia wody o ściany przewodu, będzie 25 razy mniejszą. Dzięki temu średnica przewodów dla wody zgęszczonej, jak również i dla wody, która już wykonała pracę, może być daleko mniejszą. Nareszcie i sam motor jest tem mniejszy, im ciśnienie wody wprowadzającej go w ruch jest większe.

Figura 781 przedstawia rysunek szematyczny pompy o wysokim ciśnieniu Kasalowsky'ego¹⁾. Jest to pompa działająca pod ciśnieniem do 300 atmosfer, która ostatnimi czasy bardzo się rozpowszechniła w kopalniach węgla w Westfalii. Składa się ona

¹⁾ *A. Laponche*. Les Machines d'épuisement souterraines. Bulletin de la Société de l'Industrie Minérale tom XV, IVme livraison, 1901.

z pompy tłoczącej z motorem parowym, ustawionej na powierzchni dla zgęszczania wody i z pompy podziemnej z motorem wodnym, otrzymującą wodę zgęszczoną z pompy tłoczącej, ustawionej na powierzchni.

Pompa podziemna Kasalowsky'ego składa się z czterech pomp tłoczących o działaniu prostem, połączonych z sobą po dwie w ten sposób, że one działają jakby 2 pompy o działaniu podwójnem. Na figurze 781 $A A'$ oznaczają skrzynki z przyrządami rozdzielczymi, $B_1 B_2—B'_1 B'_2$ tłoki motoru wodnego; $C_1 C_2—C'_1 C'_2$ tłoki pompy; $T T'$ system drążków od przyrządu rozdzielczego.

Woda zgęszczona wchodzi do skrzynek z przyrządami rozdzielczymi $A A'$, stamtąd pod tłoki motorów $B B'—B'_1 B'_2$. Pod ciśnieniem wody zgęszczonej tłoki pomp $C_1 C'_1—C_2 C'_2$ poruszają się w rurach tłokowych $D_1 D'_1—D_2 D'_2$. Tłoki pompy $C_1 C_2$ są

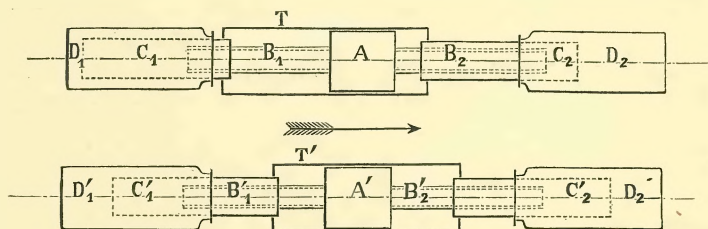


Fig. 781.

z sobą połączone drążkami w ten sposób, że mają ruch wspólny. Rozdział wody zgęszczonej wykonywują same tłoki, które za pomocą systemu drążków wprowadzają w ruch suwaki przyrządu rozdzielczego. Działanie przyrządu jest następujące:

Przypuśćmy, że tłoki $C_1 C_2$ przesuwają się na prawo, w kierunku strzałki i woda zgęszczona wchodzi pod tłok B_2 , gdy tymczasem tłok B_1 jest połączony z kanałem odprowadzającym wodę, która już wykonała pracę w cylindrze; wtedy tłoki $C'_1 C'_2$ są wstrzymane; po pewnej chwili drążek idący od C_1 przesuwają na prawo tłok przyrządu rozdzielczego A' , wskutek czego woda zgęszczona wchodzi pod tłok B'_2 , gdy tymczasem tłok B'_1 jest połączony z kanałem odpływowym, tłoki więc $C'_1 C'_2$ zaczynają przesuwac się w prawo. Zaledwie ruch ich zaczął się, tłoki $C_1 C_2$ działają za pomocą drugiego drążka na swój własny przyrząd rozdzielczy, przesuwając go stopniowo do położenia środkowego, do którego on dochodzi wtedy, gdy przyrząd rozdzielczy A' jest zupełnie

otwarty. Następnie dźwignik działający $C'_1 C'_2$ przesuwają przyrząd rozdzielczy A , tłoki $C_1 C_2$ zaczynają się przesuwają na lewo z prędkością wzrastającą stopniowo, gdy tymczasem tłoki $C'_1 C'_2$ kończą swój skok na prawo, z prędkością stopniowo zmniejszającą się.

W tym ruchu tłoków godną jest uwagi ta okoliczność, że w każdej chwili suma prędkości tłoków jest stałą, jak również i wydajność pompy, co łatwo zrozumieć z diagramu (fig. 782), na któ-



Fig. 782.

rym linia ciągła wyraża prędkość ruchu tłoków $C_1 C_2$, a linia przerywana prędkość tłoków $C'_1 C'_2$. Na przestrzeni od 1 do 2 poruszają się tylko tłoki $C_1 C_2$ z prędkością stałą; od 2 do 3 ruch tłoków się zwalnia aż do zera, co następuje w punkcie 3, gdy tymczasem dwa drugie tłoki zaczynają ruch w punkcie 7 od prędkości równej

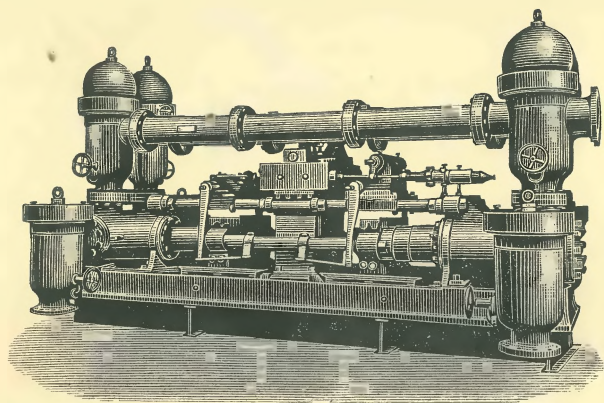


Fig. 783.

zeru, dochodzą do punktu 8 z prędkością maksymalną i t. d. Wiadźmy więc, że suma prędkości wszystkich razem wziętych tłoków jest zawsze jednakową i że wskutek tego wydajność pompy pozostaje stałą. Ponieważ zaś ruch wody w rurze tłoczącej jest stały, więc słup wody tłoczony nie doznaje wstrząśnięć, jakie wywołuje zmiana prędkości, można się więc zadowolić regulatorem powietrznym niewielkich wymiarów.

Prędkość ruchu pompy podziemnej Kasalowsky'ego wynosi zwykle 16—20 podwójnych skoków na minutę.

Ponieważ motor i pompa podziemna nie mają wcale części poruszających się ruchem wirowym, tarcie więc jest doprowadzone do minimum, bo ono się redukuje tylko do tarcia dwóch trzonów w dławnicach pakunkowych i dwóch suwaków przyrządu rozdzielczego, wreszcie te suwaki są smarowane wodą zgęszczoną, która zawiera trochę wazeliny. Oddzielny więc pomocnik maszynisty do smarowania maszyny jest zbyteczny.

Figura 783 przedstawia pompę Kasalowsky'ego, ustawioną w kopalniach Montrambert we Francji. Są to dwie pompy bliźniacze, średnica tłoka motoru 144 mm., tłoka pompy 260 mm., długość skoku tłoka 800 mm.

Pompy z motorem elektrycznym. Maszyna odwadniająca z motorem elektrycznym składa się z następujących głównych części:

- 1) ustawionych na powierzchni ziemi:
 - a) maszyny parowej,
 - b) dynamomaszyny;
- 2) ustawionych w szybie:
 - a) przewodu do przenoszenia siły,
 - b) kolumny rur odprowadzających wodę z kopalni;
- 3) ustawionych na dole w samej kopalni:
 - a) motoru wprowadzającego w ruch pompę,
 - b) pompy — i
 - c) czasami transformatora.

Maszyny parowe należy wybierać najlepsze, a więc maszynę działającą pod wysokim ciśnieniem (10 do 12 atmosfer), z wielokrotnem rozprężeniem, ze skraplaczem i jeżeli to jest możebnem używać parę przegrzaną.

Najczęściej pompa bierze prąd ze stacyi centralnej, obsługującej całą kopalnię i wtedy niema oddzielnej maszyny parowej.

Dla przenoszenia siły od dynamomaszyny do motoru służy przewodnik w postaci liny o znacznym przekroju, koszt której często przedstawia znaczną część kosztów całego urządzenia. Łatwo więc zrozumieć, że zawsze starają się, o ile to jest możebnem, zmniejszyć przekrój przewodnika. Gdy siła jaką potrzeba przemieścić jest wielką, a odległość, na którą się ją przenosi znaczną, zastosowanie prądu stałego staje się nieodpowiedniem, bo wymagałoby przewodników o tak znacznym przekroju, że użycie ich w prakty-

ce okazałoby się niemożliwym. Dlatego też przenosi się tylko prąd zmienny.

Oprócz tego motory z prądem zmiennym są budowy bardziej prostej i więcej silnej aniżeli motory z prądem stałym.

Dla zmniejszenia przekroju przewodnika lepiej używać prąd o wysokim napięciu, ponieważ jednak pompy elektryczne są zwykle ustawione w miejscach wilgotnych, w których nadzwyczaj trudno izolować motory o wysokim napięciu, w wielu więc wypadkach, przed motorem pomp, potrzeba ustawiać transformator, który w takim razie ustawiają naturalnie jak najbliżej motoru.

Do ostatnich czasów przyjmowano jako największą prędkość dla pomp tłokowych 75 obrotów na minutę i to podobną prędkość dawano tylko pompom o małej wydajności, przy większych zaś

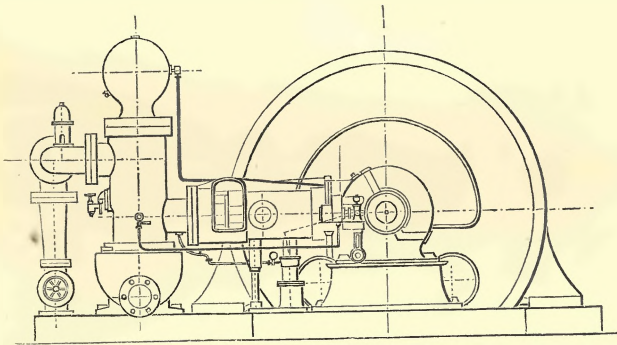


Fig. 784.

pompach zadawalniano się 50-ma lub 60-ma obrotami na minutę. Że zaś szybkość motorów elektrycznych jest bez porównania większa, więc dla jej zmniejszenia pomiędzy motor i pompę wstawiano przekładnie w postaci kół zębatach, pasów, lub lin. Dziś jednak budują już pompy szybkochodzące, które łączą z motorem elektrycznym bezpośrednio, chociaż dotąd jeszcze większa część pomp jest połączoną z motorem elektrycznym zapomocą przekładni.

Jako przekładnia najodpowiedniejszymi są koła zębate, bo pasy, będąc wystawione na działanie wilgoci w kopalni, wyciągają się i rozluźniają, wskutek czego muszą być skracane a prócz tego mogą się jeszcze ślizgać. Wprawdzie koła zębate przedstawiają wielką niedogodność z przyczyny ciągłego huku jaki wydają, ale huk można zmniejszyć robiąc małe kółko zębate brązowe, a w każdym razie przekładnia z kół zębatach zapewnia zupełnie dobre działanie pompy.

Dlatego aby wypływ wody był mniej więcej jednolity i maszy-

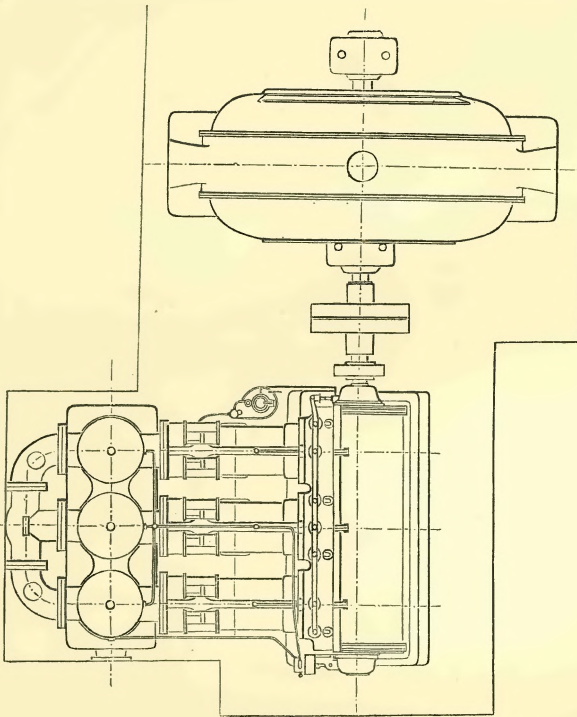


Fig. 785.

na miała do przewyciężenia ciągle jeden i ten sam opór, łączą z sobą po kilka pomp.

Najpoważniejszą przeszkodą, jaką się ma do przewyciężenia, przy zwiększeniu prędkości biegu pomp tłokowych, jest prawidłowe funkcjonowanie szybko zamykających się i otwierających przepustnic. Erhardt i Sehmer, w zbudowanej przez nich pompie o trzech rurach tłó-

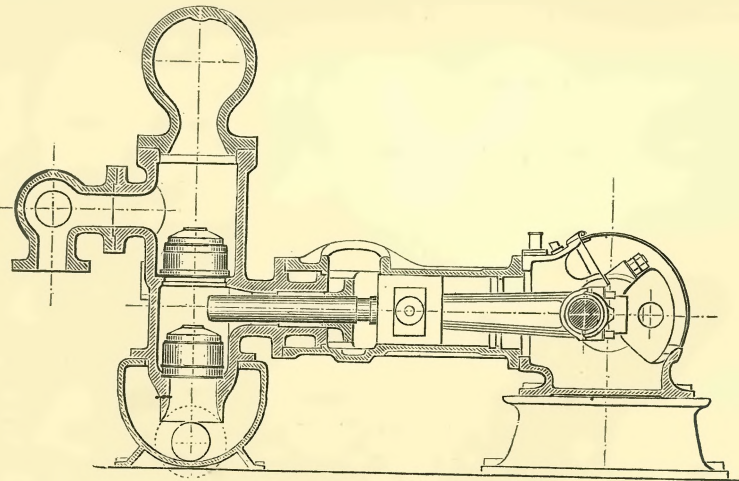


Fig. 786.

kowych, doprowadzili szybkość jej biegu do 240 obrotów na minutę, używając zwykłych przepustnic pierścieniowych, tylko o bardzo znacznym przekroju otworu wypływowego i z bardzo małym wzniosem. Riedler znowu zastosował przepustnice, któreśmy opisali wyżej (str. 236) i które się zamykają mechanicznie pod działaniem tłoka.

Pompa Ehrardt'a i Sehmer'a przedstawioną jest na figurach 784, 785 i 786. Figura 784 przedstawia pompę z boku, figura 785 całą maszynę odwadniającą w planie, a figura 786 przekrój

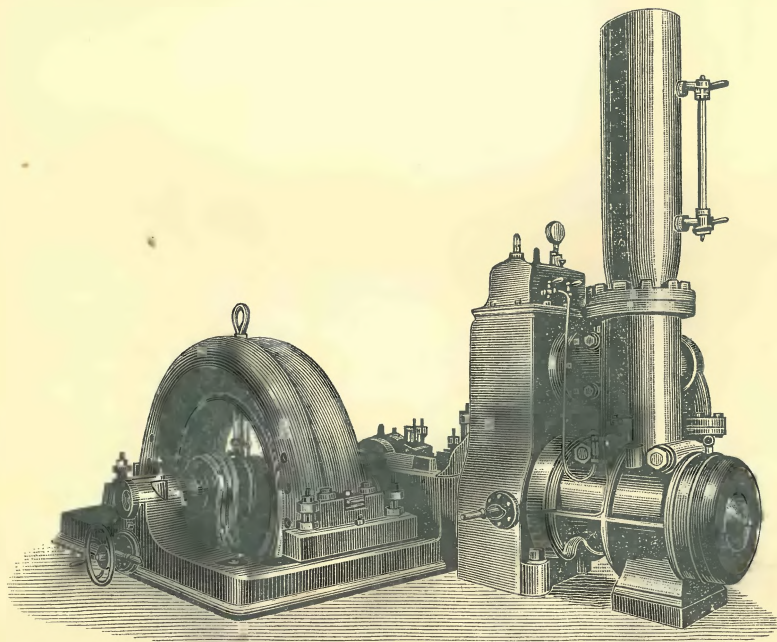


Fig. 787.

jednej pompy. Cała maszyna składa się z trzech pomp, o działaniu pojedynczem, tłoki których wprawia w ruch jeden wspólny wał, z trzema kolanami. Wszystkie połączenia i wogóle wszystkie części ulegające tarcu smarują się zapomocą maleńkiej pompki z oliwą. Pompa biegnie z prędkością od 200 do 250 obrotów na minutę i może odlewać od 1 do $1\frac{1}{4}$ m³ na minutę, z głębokości 250 do 300 metrów.

Mała pompka powietrzna, wprowadzona w ruch zapomocą mimośrodów osadzonego na wale głównym, tłoczy powietrze do regulatorów powietrznych, umieszczonych nad przepustnicą tłoczącą

przy każdej z trzech pomp. Pompa ta była wystawiona na wystawie paryzkiej 1900 r.

Pompa Riedler'a. Figura 787 przedstawia pompę express Riedlera, jaka była na wystawie paryzkiej 1900 r. Najważniejszą częścią pompy są przepustnice ssąca i tłocząca, opisane wyżej (str. 236, fig. 747). Pompa jest z tłokiem dyferencyalnym i opatrzona obszernym regulatorem powietrznym, umieszczonym przy przepustnicy ssącej. Regulator ten ma na celu podtrzymywać ciągłość

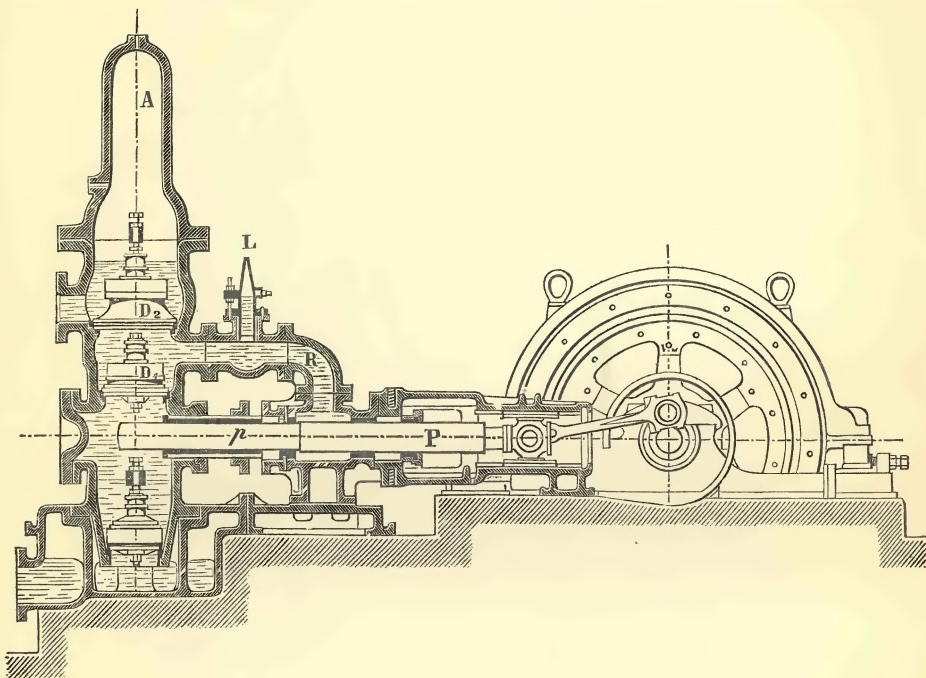


Fig. 788.

kolumny wody, jaką pompa ssie i zmusić wodę znajdować się stale około przepustnicy ssącej.

Warunek ten jest niezbędny w pompie, w której przepustnice otwierają się i zamykają do 300 razy na minutę. Mały kompresor, otrzymujący ruch od wału głównego wciąga powietrze do zbiornika ssącego i wtłacza do zbiornika tłoczącego. Kompresor ten działa bez przerwy, a mała przepustnica, umieszczona z boku, która się otwiera i zamyka ręcznie, pozwala kompresorowi ssąć lub tłoczyć w atmosferę. Express pompa Riedler'a była ustawiona po-

raz pierwszy na początku roku 1899 w kopalniach Leopoldshall około Stassfurtu dla odlewu $1,2 \text{ m}^3$ wody z głębokości 320 metr. Pompa ta, według zdania dyrekcji kopalni, działa zupełnie zadawalniająco ¹⁾.

Pompa Bergmanna (fig. 788). Odróżnia się od innych tem, że ma 2 przepustnice tłoczące, które się otwierają jedna po drugiej. Ta druga przepustnica tłocząca zastosowaną została przez Bergmann'a dlatego, aby ciśnienie na przepustnicę tłoczącą i na tłok, powstające na początku każdego okresu tłoczącego, działało nie odrazu z całą siłą, lecz przeciwnie zwiększało się stopniowo aż do maksymalnego. Tłok P w pompie Bergmann'a, podobnie jak i tłoki w pompach różniczkowych, ma podwójny przekrój, tylko że w pompie Bergmann'a część o mniejszej średnicy pełni właściwie mówiąc rolę tłoka. Pomiedzy przepustnicą tłoczącą D_1 i regulatorem powietrznym A jest umieszczona druga przepustnica D_2 , wskutek czego przy przesuwaniu się tłoka p , objętość komory R ciągle się zmienia. Na komorze R znajduje się mały regulator powietrzny, opatrzony maleńkim przyrządem, który może wciągać powietrze z atmosfery.

Przypuśćmy, że tłok wychodzi ze swego punktu martwego i w pompie zaczyna się okres ssący, w rurze tłokowej wszystko się odbywa w ten sam sposób jak i w zwykłych pompach, z tą tylko różnicą, że objętość komory R powiększa się. Powietrze, które zostało zgęszczone w regulatorze L podczas okresu tłoczącego, teraz zaczyna się rozszerzać, objętość zaś zbiornika L jest wyregulowaną w ten sposób, że przy tem rozszerzaniu się ciśnienie powietrza w regulatorze L zmniejsza się tylko do ciśnienia atmosfery zewnętrznej, gdyby zaś, wskutek rozpuszczania się powietrza w wodzie, zmniejszyło się bardziej, w takim razie regulator L wciągnie cokolwiek powietrza zewnętrznego. Gdy tłok zaczyna się przesuwać w stronę przeciwną, przepustnica tłocząca D_1 otwiera się z łatwością, ponieważ znajduje się ona tylko pod ciśnieniem jednej atmosfery, stopniowo jednak ciśnienie w rurze tłokowej i w komorze R wzrasta i zwiększając się dorównywa temu jakie panuje w rurze wierzchniej, odprowadzającej wodę, wtedy przepustnica D_2 otwiera się i obiedwie przepustnice D_1 i D_2 pozostają otwarte aż do końca okresu tłoczącego. Toż samo powtarza się przy każdym skoku tłoka.

¹⁾ *Weissleder*. Wirkung der Riedler-Expres-Pompe. Ungarische Montan-Industrie und Handelszeitung Nr. 3 z dnia 1 lutego 1900 r.

Widzimy więc, że przepustnica D_1 otwiera się nie przezwy-
ciężając ciśnienia słupa wody w rurze wierzchniej i że przepustnica
 D_2 otwiera się pod wpływem ciśnienia, które wzrasta stopniowo.
Regulator powietrzny L zabezpiecza jeszcze od zmiany kierunku
ciśnienia na tłok; podczas okresu ssącego, tłok jest pod ciśnie-
niem powietrza zawartego w regulatorze L , a podczas okresu tłoc-
zącego pod ciśnieniem wody zawartej w rurze tłokowej.

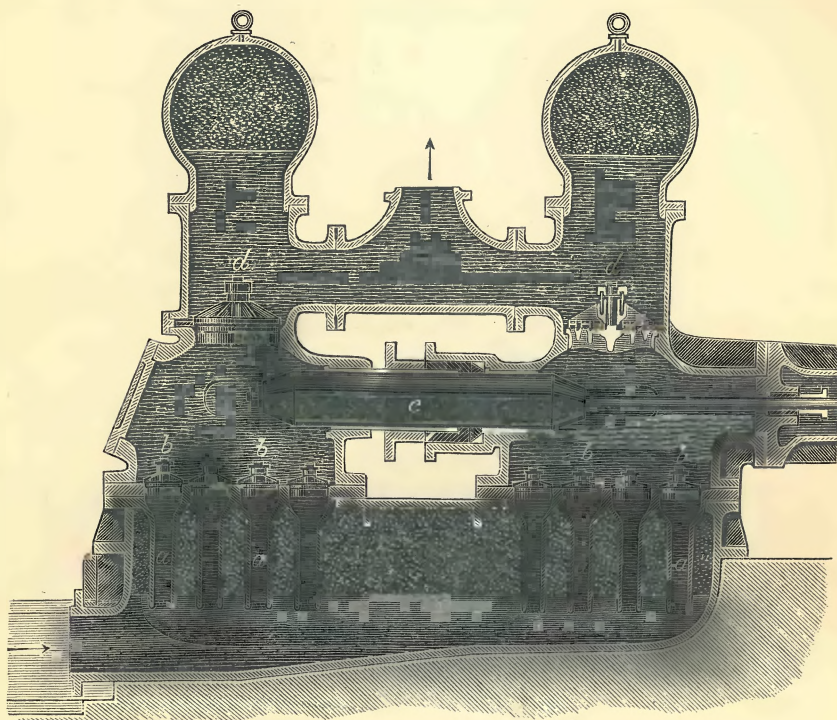


Fig. 789.

Zwykła prędkość pomp Bergmann'a od 150 do 170 obrotów
na minutę, przy wydajności pompy od 2 do 4 m³ na minutę i wy-
sokości odlewu 150—485 metrów.

Pompa Klein'a. (*Expresspumpe „Patent Klein“*). (Fig 789).
Pompa Klein'a odróżnia się od innych tem, że ma kilka rur ssą-
cych. Klein wychodzi z zasady, że małe pompy mogą robić dale-
ko większą liczbę obrotów od pomp dużych, zbudował więc pompę
wielką, która jest jakby złożoną z kilku oddzielnych pomp mniej-
szych, mających wspólny tłok i wspólną przepustnicę tłoczącą. Fi-
gura 789 przedstawia pompę Klein'a, a — rury ssące z przepustni-

cami ssącymi *b b*; *c* — tłok; *d d* — przepustnice tłoczące. Przestrzeń pomiędzy rurami ssącymi jest napełniona powietrzem. Pompa jest o działaniu podwójnem, robi do 300 obrotów na minutę.

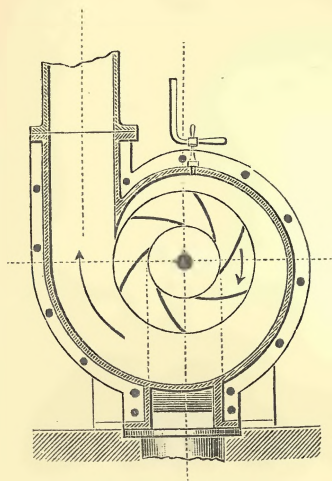


Fig. 790.

Pompy odśrodkowe.

Pompa odśrodkowa przedstawia koło złożone z łopatek zakrzywionych, osadzonych na wale, umieszczone w skrzyni cylindrycznej, lub węzownicowej. Oś koła zwykle bywa poziomą, chociaż robią także pompy z osiami pionowymi.

Przy szybkim obrocie koła, woda wskutek próżni wytwarzającej się między łopatkami, wciąga się do środka koła, a następnie, pod działaniem siły odśrodkowej, tłoczy ku jego obwodowi i dalej do rury tłoczącej.

Figury 790 i 791 przedstawiają pompę odśrodkową często używaną w przemyśle.

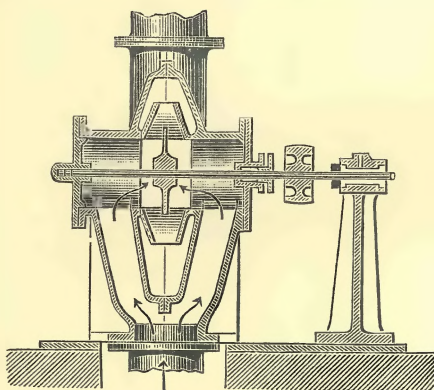


Fig. 791.

Pompy odśrodkowe nie mają wcale przepustnic, budowa więc ich jest bardzo prosta, oprócz sztyku wała nie mają wcale części wystawionych na działanie tarcia, są więc mechanizmami mocnymi i stosunkowo tanimi, szybkość biegu których może być nadzwyczajnie wielką. Mogą odlewać wodę nieczystą i woda wypływa z nich strumieniem nieprzerwanym.

Pompy odśrodkowe w przemyśle znalazły od dawna bardzo szerokie zastosowanie, gdy tymczasem w górnictwie do ostatnich czasów prawie wcale nie były używane. Pochodziło to stąd, ponie-

waż przypuszczano, że one mogą podnosić wodę tylko na bardzo nieznaczne wysokości, nie przenoszące 15—20 metr. Gdy jednak połączono te pompy z motorami elektrycznymi i tym sposobem zwiększono znacznie liczbę ich obrotów, zaczęto niemi podnosić wodę na wysokość 100 a nawet 200 i więcej metrów.

Pompy odśrodkowe o wysokiem ciśnieniu mogą być podzielone na 2 grupy, a mianowicie na pompy jednokołowe, w których na wale jest osadzone tylko jedno koło z łopatkami i pompy wielokołowe, w których na jednym i tym samym wale osadzonych jest 2, 3 lub więcej kół z łopatkami, umieszczonych jedno za drugim.

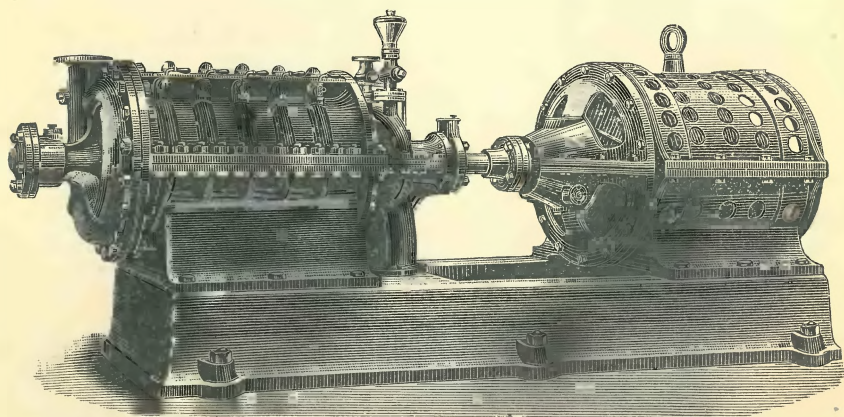


Fig. 792.

Pompa wielokołowa systemu Rateau ¹⁾ (fig. 792, 793 i 794), nazwana przez swego wynalazcę pompą wielokomorową (pompe multicellulaire), składa się z kilku kół z łopatkami, osadzonych na wspólnym wale i połączonych z sobą tak, że strumień wody, jaka się pompuje, przechodzi z jednego koła do drugiego, przyczem ciśnienie nadane strumieniowi wzrasta w ten sposób, że każde koło nadaje mu siłę potrzebną do podniesienia się na wysokość równą całkowitej wysokości odlewu, podzieloną przez liczbę kół. Tak np. pompa podnosząca wodę na wysokość 200 m. jest złożoną z 10 kół, z których każde nadaje płynowi ciśnienie

¹⁾ A. Rateau. Ventilateurs et pompes centrifuges. Bulletin de la Société de l'Industrie Minérale. Quatrième série, tome I, 1-er livraison 1902.

podnoszące go na wysokość 20 metrów. Figura 792 przedstawia pompę w perspektywie razem z motorem elektrycznym, figura 794 przekrój pompy podłużny, a figura 793 przekrój poprzeczny po linii A A. Pompa ta była zbudowaną do odlewu 1 m^3 wody na minutę, na wysokość 100 metr.

Część ruchoma pompy składa się z 7-miu kół o średnicy 270 mm., osadzonych na wale połączonym bezpośrednio z elektromotorem. Jak wskazuje figura 793, koła są połączone z sobą bokami, to jest każde koło ma tylko jedno okno i koła są

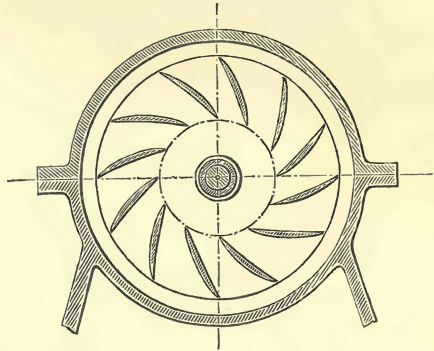


Fig. 793.

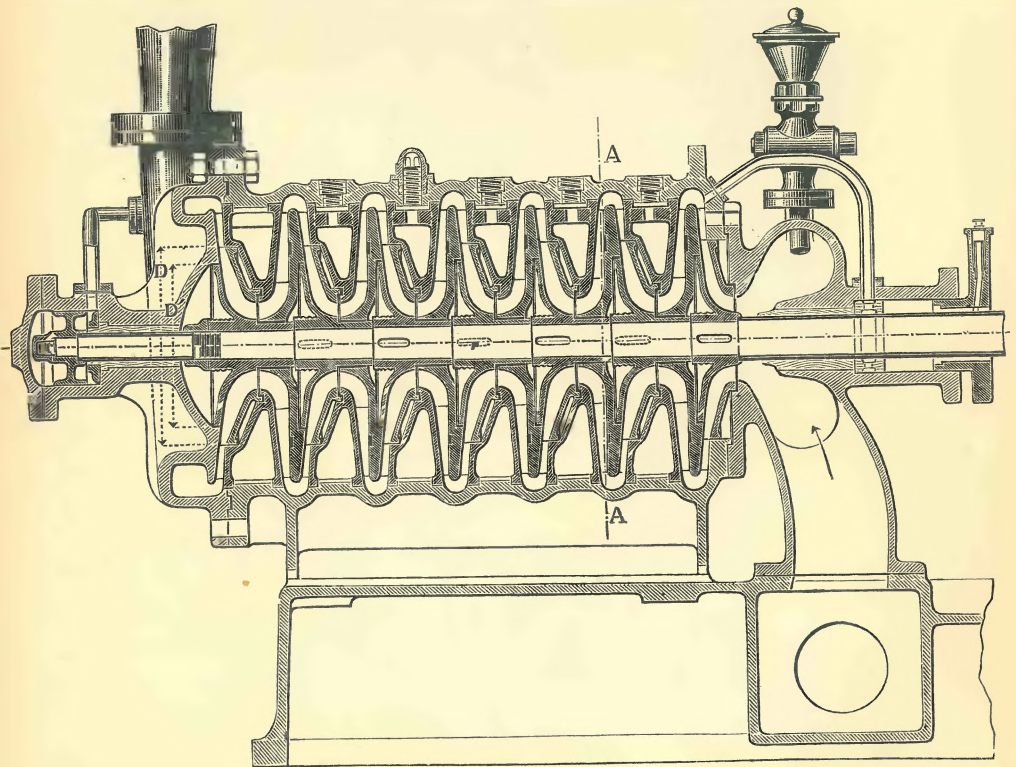


Fig. 794.

osadzone na wale jedno za drugim w tym samym kierunku. Każde koło obraca się wewnątrz oddzielnej komory, w której są zrobione kanały odpływowe, odprowadzające wodę od jednego koła do drugiego. Każda komora jest wstawiona w odpowiedni żłobek wyrobiony w skrzyni cylindrycznej, otaczającej pompę. Do jednego denka skrzyni, przed pierwszym kołem, jest przystosowana rura ssąca, a do drugiego denka, na przeciwległym końcu skrzyni, rura tłocząca. W tem ostatniem denku znajduje się jeszcze łożysko dla wału pompy.

Budowa pompy jest wogóle bardzo prosta, pompę można urządzić o 10, 12 a nawet i więcej kołach.

Według Rateau jego pompy odśrodkowe z korzyścią mogą zastąpić pompy podziemne w kopalniach. Jeżeli głębokość szybu nie przenosi 200—300 metr., wodę można odlewać jedną pompę, ustawioną na dnie, przy większej głębokości ustawiają parę pomp jedna nad drugą w odległości od 100 do 200 m.

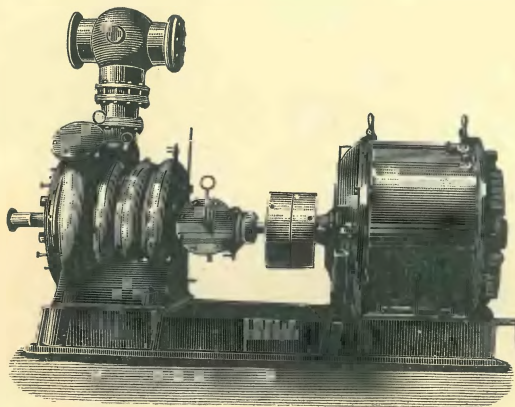


Fig. 795.

Rateau utrzymuje, że przy pewnych warunkach jego pompa może podnosić wodę na 500 i więcej metrów. Pompy te jednak

są jeszcze zupełnie nowe i dopiero przyszłość pokaże o ile one okażą się dogodnymi na praktyce.

Pompa Sultzer'a składa się z koła z łopatkami, umieszczonego w odpowiednio urządzonej komorze z przegrodami, nadającymi kierunek strumieniowi wody. Dzięki tym przegrodom, część szybkości, z jaką woda wypływa z koła łopatkowego, przechodzi w ciśnienie, wskutek czego skuteczność pracy tych pomp wynosi 75%.

Figury 795, 796 i 797 przedstawiają pompę urządzoną przez fabrykę Sultzer'a dla kopalni błyszczu ołowianego Horcajo w Hisz-

panii ¹⁾. Na wale ze stali niklowej są osadzone 4 koła z łopatkami

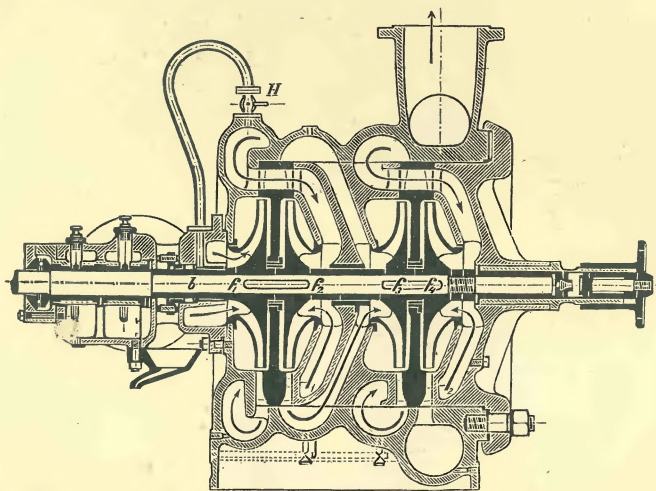


Fig. 796.

mi $f_1 f_2 f_3 f_4$, koła te są umieszczone po dwa po bokach dwóch tarcz stale umocowanych w komorze pompy, a do tych tarcz są przytwierdzone przegrody, które nadają kierunek strumieniowi wody i zmniejszają jego prędkość, przemieniając żywą siłę na ciśnienie. Pomiędzy kołami $f_2 f_3$, a także i około denka, znajdują się również kanały nadające kierunek strumieniowi wody. Strzałki na figurach wskazują kierunek w jakim woda płynie.

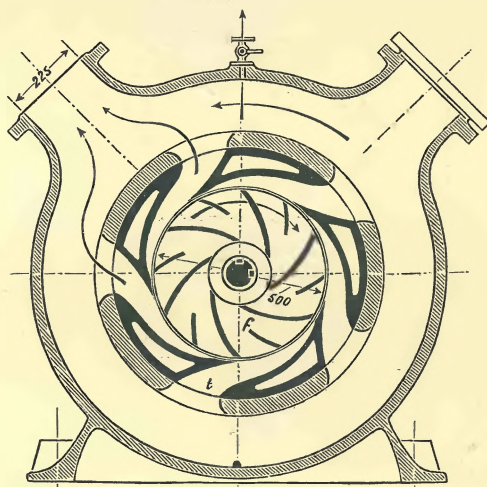


Fig. 797.

¹⁾ F. Herwagen. Wasserhaltung der Compania Minera y Metalurgica del Horcajo. Zeitschrift des Vereines Deutscher Ingenieure Nr. 44 z dnia 2 listopada 1901 r.

Wał przechodzi przez szyję ssącą, a drugie łożysko znajduje się w denku. Rura idąca od kranu *H* łączy pierwszą komorę

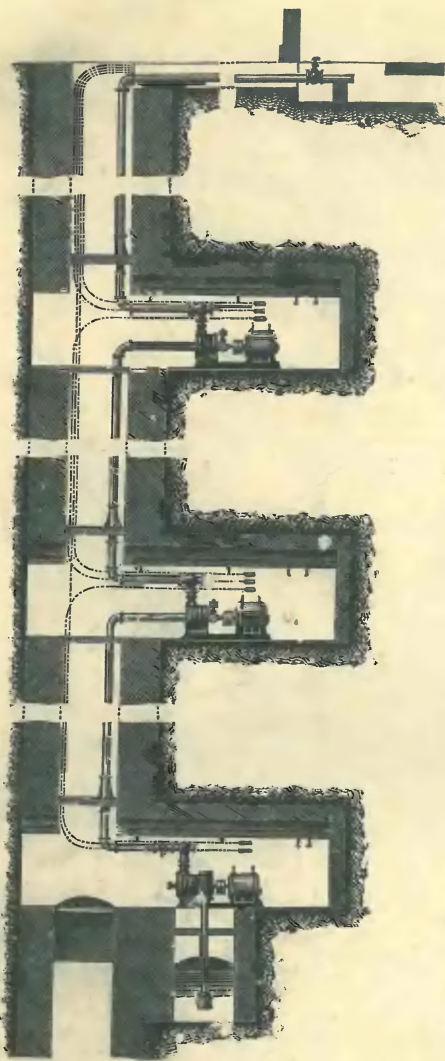


Fig. 798.

pompy z szyją ssącą. Zapomocą tej rury kanał, który otacza wał, za dławnicą, wypełnia się wodą tak, że powietrze do pompy przez dławnicę przedostać się nie może. Ostatnia komora pompy, najbliższa denka, jest opatrzona dwiema szyjami dlatego, aby rurę tłoczącą można było przystosować do tej z nich, do której będzie dogodniej, co zależy od położenia pompy w komorze maszynowej. Drugą szyję zakrywa się głuchem denkiem. Również i koniec szyi ssącej jest zrobiony w kształcie *T*, aby rurę ssącą można było dopasować z prawej lub lewej strony. Druga i czwarta komora pompy są opatrzone kranami służącymi do wypuszczenia powietrza, jak również i do przyśrubowania manometrów. Wszystkie wewnętrzne części pompy mogą być odrazu i z łatwością wyjęte, dlatego należy tylko odkręcić 3 śruby.

Pompa przedstawiona na figurach 795—797 może dostarczać 4,2 m³ wody na

minutę na wysokość 130 metr., największa zaś wysokość, na jaką jedna pompa Sulzer'a może dostarczać wodę, wynosi 220 metr.

W kopalni Horcajo, gdzie wodę potrzeba odlewać z głębokości 390 metr., uławniono trzy takie pompy jedna nad drugą, z koła-

mi łopatkowemi o średnicy 500 mm. Pompy te są połączone bezpośrednio z motorami elektrycznemi i ustawione w ten sposób, że rura tłocząca dolnej pompy jest połączona z rurą ssącą pompy nad nią leżącej (fig. 798). Pompy te były ustawione na początku 1900 r., robią one do 900 obrotów na minutę, odpoczywają tylko 20 godzin na miesiąc i działają zupełnie dobrze. Koła łopatkowe i koła kierunkowe pracują bez zarzutu, chociaż pompują wodę bardzo nieczystą, zawierającą dużo okruchów kwarcu. Należy tylko pompę raz na 2 do 3-ch miesięcy rozebrać i wszystkie koła wyczyścić, na co potrzeba 4–5 godzin czasu.

Zalety i wady pomp podziemnych z różnemi motorami.

Pompy parowe wymagają szybu o większym przekroju, ponieważ przewód parowy zajmuje więcej miejsca, aniżeli przewód wodny lub elektryczny. Prócz tego przewód parowy musi być tak ułożony, aby miejsca połączeń były łatwo dostępne, co jest niezbędne w razie jeżeli przewód przepuszcza parę, lub w razie innego uszkodzenia, które się często zdarzyć może. Najmniej miejsca zajmuje przewód elektryczny.

Pompy parowe wymagają najobszerniejszych komór, potem idą pompy elektryczne, a najmniejszej komory wymagają pompy Kasalowsky'ego.

Pompy parowe bardzo znacznie podwyższają temperaturę w kopalni, bo przewód i maszyna oddają ogromną masę ciepła atmosferze wskutek promieniowania i wskutek przewodnictwa metali, a prócz tego wydziela się jeszcze bardzo dużo ciepła przy skraplaniu pary zużytej. Wprawdzie te niedogodności można znacznie zmniejszyć urządzając dobrą wentylację, lecz w takim razie zwiększają się koszty wydobywania, a sama niedogodność nigdy nie może być całkowicie usunięta, bo nawet przy najsilniejszym przewietrzaniu, temperatura w komorze maszynowej jest zawsze bardzo wysoka i często dochodzi do 35° C. a nawet i 40° C. Przy takich warunkach praca maszynistów jest bardzo ciężką, ludzie ci pracują w atmosferze niezdrowej, co osłabia ich gorliwość i do pewnego stopnia zniewala do zaniedbywania swych obowiązków.

Pompy z motorem wodnym i elektrycznym temperatury w kopalni wcale nie podwyższają, pod tym więc względem są bezwarunkowo lepsze.

Pompy parowe i pompy elektryczne nie mogą działać pod wodą, gdy więc pompa jest postawiona blisko poziomu, z którego

się woda odlewa, to w razie zwiększonego przypływu może być zatopioną i wtedy kopalni grozi niebezpieczeństwo. Wprawdzie, jak o tem wspomnieliśmy wyżej, można pompę podziemną ustawić na pewnej wysokości nad żołądem, lecz podobne urządzenie wymaga pompy pomocniczej, co znowu pociąga za sobą znaczne zwiększenie kosztów. Pompy z motorem wodnym mogą dosyć długo pracować pod wodą, jeżeli tylko woda nie zawiera części obcych, a mianowicie piasku. W wodzie pompa będzie pracować zupełnie tak samo jak i w warunkach normalnych, naturalnie jeżeli jej nie będzie potrzeba smarować.

Prócz tego pompa z motorem wodnym przedstawia maszynę silną, która nie tak łatwo ulega uszkodzeniom, gdy tymczasem pompy z motorami elektrycznymi przedstawiają przyrządy dosyć delikatne, które łatwo mogą być uszkodzone i dlatego zawsze wymagają pompy zapasowej, co naturalnie podnosi koszty pierwszego urządzenia.

Pompy parowe ze skraplaczami nie mogą być używane do odlewu wód słonych i kwaśnych, jakie się w kopalniach często zdarzają, bo części składowe skraplacza bardzo prędko się zużywają, wskutek osadzania się soli, jakie następuje pod wpływem podwyższonej temperatury i wskutek rozpuszczania się metali w wodach kwaśnych. W pompach z motorem wodnym i elektrycznym woda wchodzi do rury bez podwyższenia temperatury, osadu więc tworzy się daleko mniej.

Co się tyczy ilości pary zużywanej przez pompy z motorem parowym, wodnym i elektrycznym, to porównyując z sobą te 3 typy pomp, należy brać pod uwagę, przy pompach parowych, nie tylko ilość pary rzeczywiście zużytą przez maszynę, ale także i stratę w przewodzie parowym, jakiej uniknąć niepodobna, a która zależy z jednej strony od straty energii, a z drugiej od skraplania się pary. Dlatego też rozchód pary należy obliczać tylko na konia pracy pożytecznej, lub jeszcze lepiej na 100 kg. wody podniesionej na wysokość 100 metr. Dokładne obliczenie zużycia pary na konia pracy pożytecznej w pompach podziemnych jest dosyć trudne, bo ilość pary skroplonej w przewodzie bardzo się zmienia, w zależności od tego czy pompa pracuje stale, to jest 24 godziny na dobę, czy tylko peryodycznie. W pierwszym wypadku rozchód pary będzie mniejszy, w drugim znacznie większy.

Rzeczywiście przewód parowy musi być ciągle połączony z kotłami, bo inaczej miejsca połączeń byłyby zawsze uszkodzane

wskutek ciągłego wydłużania się i kurczenia rur. Wreszcie gdyby przewód był zimny, to przy puszczeniu maszyny w ruch, raptowne skraplanie się pary mogłoby spowodować wypadek. Że zaś ilość skraplającej się pary, w jednostce czasu, zależy wyłącznie tylko od różnicy pomiędzy temperaturą wewnątrz przewodu i temperaturą zewnętrzną, więc ilość pary skraplającej się w przewodzie będzie zupełnie jednakową bez względu na to, czy maszyna jest w ruchu, lub też odpoczywa.

Laponche ¹⁾ dla różnych typów pomp podziemnych ustawionych na głębokości 500 metr., przyjmuje następujący rozchód pary na konia pracy użytecznej.

	Zużycie pary na konia pracy pożytecznej		
	przy ciągłym biegu maszyny.	gdy maszyna pracuje 12 g. na dobę	gdy maszyna pracuje 6 g. na dobę
Pompy z motorem wodnym	9,5—10,0 kg.	9,5—10,0 kg.	9,5—10,0 kg.
„ „ elektrycznym	10,0—10,6 „	10,0—10,6 „	10,0—10,6 „
Pompy parowe	10,9	12,75	16,50

Widzimy więc, że najmniej pary zużywają pompy z motorem wodnym.

Na zasadzie tego wszystkiego co dotąd było powiedziane, możemy wyprowadzić następujące wnioski.

Jeżeli głębokość, z której wodę potrzeba odlewać, jest nieznaczna, pierwszeństwo można oddać pompom parowym, bo koszty pierwszego urządzenia będą najmniejsze, skraplanie pary i strata energii w przewodzie nieznaczne, a wydajność w porównaniu z pompami innego typu mniej więcej jednakowa. Wprawdzie w komorze maszynowej będzie zawsze gorąco i pompa nie będzie mogła pracować pod wodą, ale te niedogodności zostaną okupione mniejszymi wydatkami na ustawienie pompy. Gdy jednak głębokość, z której wodę potrzeba odlewać, przenosi 200 a szczególnie 300 metr., pompy parowe już są nieodpowiednie, bo gorąco w komorze maszynowej staje się nie do wytrzymania, skraplanie się pary i strata energii w przewodzie olbrzymio wzrastają, skraplacze pary zużytej działają nie dobrze i w ostatecznym rezultacie otrzy-

¹⁾ Laponche. Les machines d'épuisement souterraines. Bulletin de la Société de l'Industrie Minérale troisième série tom XV, 1901 r., str. 967.

muje się małą wydajność pompy. Nareszcie, gdy woda z kopalni odlewa się peryodycznie, pompy parowe nie powinny być wcale używane.

Do odlewu wody z większych głębokości należy używać pompy z motorem wodnym, lub elektrycznym, wybór zaś jednego lub drugiego motoru zależy od miejscowych warunków.

Jeżeli kopalnia ma już urządzoną centralną stację elektryczną, lepiej jest ustawić pompę z motorem elektrycznym, bo chociaż wydajność jej jest mniejszą, pompa nie może pracować pod wodą i przewodniki cierpią w wilgoci, ale koszty pierwszego urządzenia będą najmniejsze.

Nareszcie jeżeli się ma budować pompę do odlewu wody z bardzo znacznej głębokości, w kopalni, która nie ma stacji elektrycznej, najlepszym rozwiązaniem zadania będzie ustawienie pompy z motorem wodnym, która przy największej wydajności, wymaga najmniejszej komory maszynowej i może pracować pod wodą.

Pompy używane przy pogłębianiu szybów. Pompy, jakie się używają przy pogłębianiu szybów, bardzo się różnią od pomp kopalnianych, któreśmy wyżej opisali. Pompa w pogłębiającym się szybie musi być przede wszystkim jak najlżejszą, powinna się z łatwością ustawiać i rozbierać, być w stanie pompować wodę nie czystą, działać nawet wtedy gdy jest zatopiona, wreszcie przy największej wydajności, zajmować jak najmniej miejsca. Wprzód przy pogłębianiu szybów używano wyłącznie pomp podnoszących, dziś używają pompy wszystkich typów.

Przy pogłębianiu szybów w kurawkach, zawsze należy oddawać pierwszeństwo pompom bez tłoków, bo od piasku tłoki i pakunki bardzo się prędko zużywają.

Liczba pomp w pogłębiającym się szybie zależy od wielkości przypływu i od średnicy pomp. Często w szybie ustawiają tylko jedną pompę, czasami zaś 2, 3 a nawet i 4 pompy. Wogóle pompy o większej średnicy są dogodniejsze, bo jedna większa pompa zajmuje mniej miejsca, aniżeli dwie mniejsze.

Miedzy pompami podnoszącymi odróżniają pompy wiszące i pompy stale umocowane.

Pompy wiszące. Pompy wiszące zawieszają na łańcuchach przechodzących przez kółka i nawiniętych na windy, ustawione na powierzchni ziemi, za pomocą których pompa może być stopniowo opuszczoną, w miarę tego, jak głębokość szybu wzrasta (fig. 799).

Pompę ustawiają na dnie szybu, ale ciężar jej zrównoważa się w ten sposób, aby wywierała na dno tylko takie ciśnienie, jakie jest niezbędnem do opuszczania się pompy. Rura tłokowa w tych pompach powinna być cokolwiek dłuższą od podwójnej długości skoku tłoka, ponieważ tłok, który początkowo pracuje w dolnej części rury, w miarę opuszczania się pompy, podnosi się coraz wyżej, a gdy dojdzie do górnej części rury, wtedy trzon tłokowy należy nadsztukować.

Rura wierzchnia przedłuża się w miarę potrzeby, nadsztukowując krótkie kawałki rur nad wylotem szybu. Skrzynek przepustnicowych w tych pompach wcale niema, przepustnice i tłok wyjmują się przez wierzch rury.

Rura tłokowa musi być bardzo grubą i owiniętą starymi linami, aby nie mogła być uszkodzoną przy wystrzałach. Grubość jej musi być większą jeszcze i dlatego, ponieważ przy nieczystej wodzie, jaka się zawsze odlewa przy pogłębianiu szybów, wewnątrz rury tłokowej bardzo prędko się ściiera, potrzeba więc rurę po pewnym czasie wewnątrz obtaczać.

Opuszczanie tych pomp zajmuje mniej czasu aniżeli innych.

Często, zamiast na łańcuchach, pompy zawieszają na belkach i śrubach następującym sposobem. Pompa *p* (fig. 800) obchwytu-

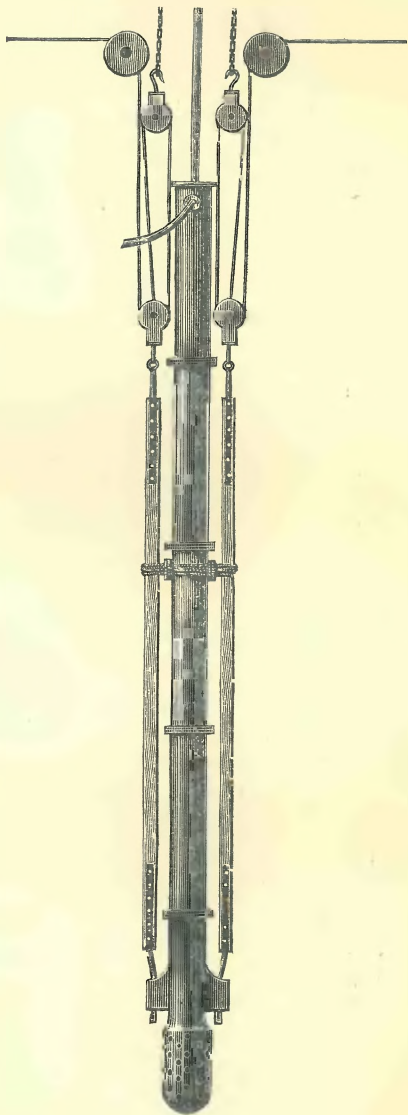


Fig. 799.

je się dwiema belkami podtrzymującemi ją pod kolnierzem rur. Belki te spoczywają na dwóch poprzecznych belkach *n*, a te ostat-

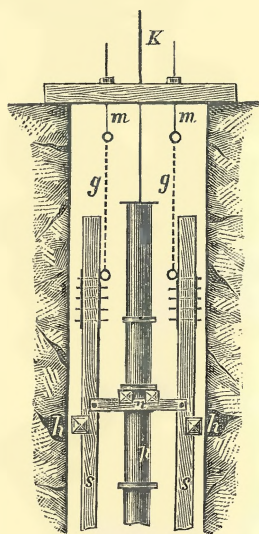


Fig. 800.

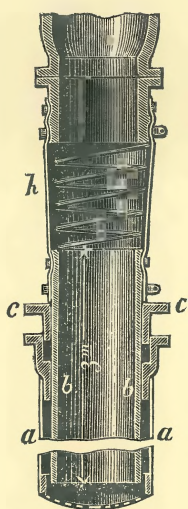


Fig. 801.

nie są przytwierdzone do podłużnych belek *S*, na których pompa jest zawieszoną. Belki *S* wchodzi w wycięcia zrobione w belkach *h*, które służą, jako kierowniki. W górnej części, belki *S* są połączone ze sztabami *g* i śrubami *m*, zapomocą których cały przyrząd może być opuszczanym. Pogłębiwszy szyb z taką pompą na 35—40 metr., ustawiają pompę stałą na belkach wpuszczonych w boki szybu, lub też na belkach przytwierdzonych do obudowy. Rurę ssącą tej pompy wstawiają do umyślnie w tym celu urządzonego zbiornika, a poniżej zbiornika zawieszają drugą pompę, która odlewa wodę do zbiornika pierwszej pompy. Tę drugą pompę opuszczają w miarę jak postępuje pogłębianie szybu.

Pompy stale umocowane.

Zamiast pomp wiszących używają także i pompy podnoszące umocowane na podstawie z belek, wpuszczonych w skałę lub połączonych z obudową szybu, rura ssąca których jest w ten sposób urządzona, że może się stopniowo, w miarę potrzeby, przedłużać. W takich pompach rurę ssącą robią podwójną, złożoną z dwóch rur wchodzących jedna w drugą jak w lunetach. W miarę pogłębiania szybu rurę zewnętrzną, która tworzy jak-

by pochwę, zsuwają, przedłużając w ten sposób rurę ssącą. Tego rodzaju rurę przedstawia figura 801, *b*—rura wewnętrzna, *a*—rura

zewnątrzna, tworząca pochwę, która jest połączoną z rurą wewnętrzną zapomocą dławnicy *c*. Dlatego, aby smok rury można było wstawić w to miejsce szybu, które jest najbardziej pogłębione, część *h* rury robią z grubej skóry i wewnątrz jej wstawiają stalową sprężynę, w kształcie wężownicy.

Ściągając pochwę *a*, przedłużają rurę ssącą, a gdy cała rura wewnętrzna *b* jest już wysunięta, wtedy podstawę dla pompy urządzą niżej i pompę przenoszą. Rura zewnątrzna *a* ma mniej więcej około 3 metr. długości, tak, że gdy szyb zostanie pogłębionym na 3 metry, pompę potrzeba przenosić. Takie jednak przenoszenie pompy jest połączone z dosyć znaczną stratą czasu.

Figura 802 przedstawia pompę wiszącą odśrodkową z motorem elektrycznym systemu Rateau o 5-ciu kołach o średnicy 27 mm., urządzoną do pogłębiania szybów. Do tego samego celu używają obecnie i pompy odśrodkowe Sulzer'a.

Pulsometry. Pulsometrami nazywają przyrządy, które, działaniem pary, podnoszą wodę na mniej lub więcej znaczną wysokość. Są to pompy szczególnej budowy, działające bez tłoków. Zasada ich działania jest następująca: Przedstawmy sobie rurę tłokową zwyczajnej pompy, ale bez tłoka, zanurzoną w wodzie i opatrzoną przepustnicą ssącą, umieszczoną powyżej poziomu wody. Wyobraźmy sobie dalej, z boku tej rury przepustnicę tłoczącą, a u góry rurę szczelnie zamkniętą i połączoną z rurą parową opatrzoną kranem. Jeżeli, otworzywszy kran, napelnimy parą w ten sposób urządzoną rurę tłokową, to para, wskutek zetknięcia

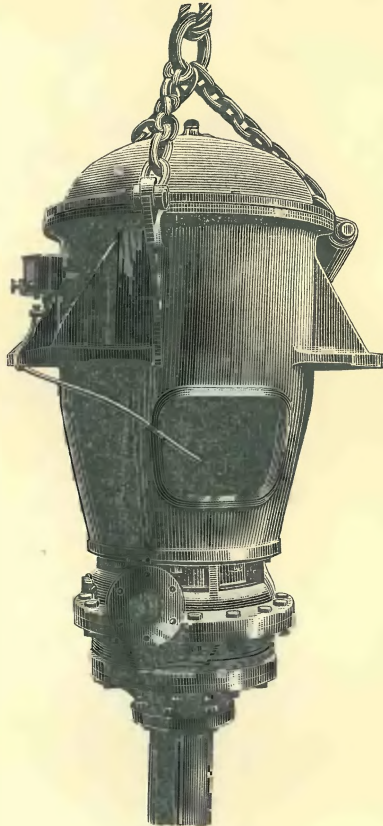


Fig. 802.

się z zimnemi ścianami rury, zacznie się skraplać, w rurze zrobi się próżnia, woda pod ciśnieniem atmosfery otworzy przepustnicę ssącą i wypełni przestrzeń, która była napełniona parą. Jeżeli te-

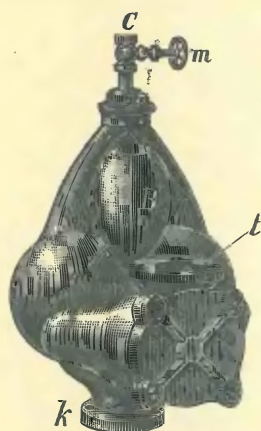


Fig. 803.

raz kran w rurze parowej zostanie otwartym powtórnie, to para ciśnieniem swoim zacznie tłoczyć wodę przez przepustnicę tłoczącą, a następnie, w miarę jak poziom wody będzie się zniżał, wypełni całą rurę tłokową. Widzimy więc, że otwierając i zamykając naprzemian kran w rurze parowej, możemy napełniać wodą i opróżniać rurę tłokową i podnosić wodę, stosownie do wielkości ciśnienia pary, na mniejszą lub większą wysokość.

Opierając się na tej zasadzie, jeżeli zamiast rury tłokowej, która jest zbytęcną, ponieważ tego rodzaju pom-

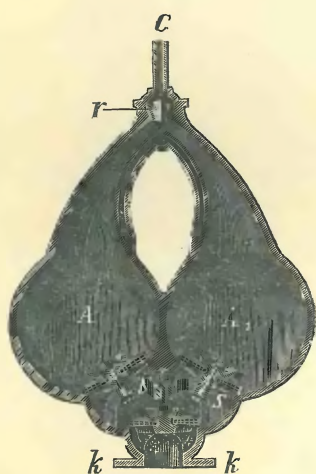


Fig. 804.



Fig. 805.

pa niema tłoka, zbudujemy dwa obok siebie stojące naczynia z łanego żelaza, mające kształt gruszki, zwróconej grubszyr końcem ku dołowi, górny koniec tych dwóch naczyń, [a raczej jednego naczynia o dwóch komorach, połączymy z rurą parową, a zamiast kranu w rurze parowej, zrobimy przepustnicę kulistą, lub klapę,

która, przesuwając się z jednej strony na drugą, będzie otwierała przystęp parze naprzemian do jednej, lub drugiej komory. Następnie jeżeli w dolnej części każdej komory zrobimy po jednej przepustnicy ssącej, a samo naczynie połączymy z rurą ssącą, wspólną dla obudwu komór i nareszcie w każdej z komór zrobimy po jednej przepustnicy tłoczącej, otwierającej się do wspólnej skrzynki, od której idzie rura tłocząca pompy, będziemy mieli pulsometr,

Takich pulsometrów znanych jest dziś bardzo dużo, my opiszemy jeden z nich przedstawiony na figurach 803, 804 i 805 *A A₁* — komory w kształcie gruszek, odwróconych cienkim końcem do góry, które zastępują rurę tłokową. Tego rodzaju kształt nadaje się im dlatego, aby w samym początku działania powierzchnia zetknięcia się pary z wodą była jak najmniejsza i wskutek tego jak najmniej się pary skraplało. *S* — komora z trzema przepustnicami ssącymi, *n* — komora tłocząca, umieszczona z boku dwóch komór *A A₁*, zawierająca dwie przepustnice tłoczące, *B* — zbiornik z powietrzem, który się łączy z komorą ssącą *S* i pełni rolę regulatora powietrznego, zapobiegając wstrząśnieniom, jakieby musiały powstawać, gdyby woda wchodziła do zupełnej próżni, utworzonej przez skroplenie się pary. *C* — rura parowa, dostarczająca parę z kotła, *r* — kłapa na zawiasie, która naprzemian otwiera i zamyka przystęp parze do komór *A A₁*, *k* — kołnierz rury ssącej, *t* — kołnierz rury tłoczącej.

Przypuśćmy, że pulsometr jest napełniony wodą i że kłapa *r* zamyka lewą komorę *A*. Para wchodzi do prawej komory i ciśnieniem swoim wtłacza wodę do rury tłoczącej. Poziom wody w komorze *A₁* stopniowo się zniża, a w miarę jego zniżania, powiększa się płaszczyzna zetknięcia pary z wodą zimną. Gdy poziom wody w komorze *A₁* zniży się aż do otworu przepustnicy tłoczącej, ilość pary skraplającej się będzie już tak znaczną, że ciśnienie jej nie będzie już dostateczne do przewyciężenia oporu w rurze tłoczącej, pod wpływem więc próżni, tworzącej się wskutek skraplania pary, kłapa *r* przesunie się i zamknie parze wejście do komory *A₁*, a jednocześnie otworzy wejście do komory *A*, w której para zacznie tłoczyć wodę. Do próżni zaś, powstałej wskutek skroplenia pary w komorze *A₁*, będzie wchodzić woda. W miarę jak poziom wody podnosi się w komorze *A₁*, sąsiednia komora *A* wypróżnia się, a gdy poziom wody opadnie poniżej przepustnicy

tłoczącej, para zacznie wchodzić do komory A_1 i tak ciągle naprzemian.

Uderzenia kłapy r , przesuwającej się w rurze parowej z jednej strony na drugą, następują tak regularnie jak uderzenia pulsu u zwierząt i dlatego przyrząd ten nazwany został pulsometrem.

Jak widzimy, pulsometr jest jednym z najprostszych przyrządów działających bardzo regularnie, bez przerwy, nie podlegających łatwym uszkodzeniom i nie potrzebującym żadnego szczególnego nadzoru. Dlatego jednak, aby pulsometr działał prawidłowo i jak najmniej zużywał pary, potrzeba aby kłapa r zamykała się jednocześnie z zamknięciem przepustnicy tłoczącej, to jest w chwili gdy woda zostanie wtłoczona do rury wierzchniej. W przeciwnym razie para, wchodząca do komory, skraplałaby się w dalszym ciągu, nie przynosząc żadnego pożytku. Musi więc być pewien stosunek między ciśnieniem pary i wysokością rury tłoczącej. Z drugiej strony, im ciśnienie pary jest większe, tem poziom wody w komorze obniża się prędzej, ale próżnia w komorze powstaje trudniej, ponieważ para skrapla się wolniej. Woda więc wchodzi przez rurę ssącą bardzo powoli i liczba pulsacyi w pulsometrze bardzo się zmniejsza, a przez to zwiększa się rozchód pary, która się skrapla w komorach bezużytecznie. Musi więc być pewien stosunek pomiędzy długością rur ssącej tłoczącej i ciśnieniem pary. Tem się właśnie objaśnia bardzo niejednakowy rozchód pary, jaki się często daje zauważyć w różnych pulsometrach mających jednakowej długości rury ssące i jednakowej długości rury tłoczące. Rura ssąca nie powinna być dłuższą nad 4 do 5 metrów.

Pulsometry bardzo często używają się przy pogłębianiu szybów, ponieważ z łatwością mogą być zawieszone w szybie na łańcuchach, lub linach, wymagają bardzo małego nadzoru i mogą pracować nawet i wtedy gdy są zatopione.

ROZDZIAŁ X.

Przewietrzanie robót podziemnych.

Wstęp. Roboty podziemne zajmują bardzo obszerne przestrzenie, ze wszystkich stron zamknięte i połączone z powierzchnią ziemi tylko za pomocą paru wyrobisk stosunkowo bardzo niewielkich wymiarów. Przy takich warunkach powietrze w kopalniach bardzo prędko się psuje i musi być ciągle odnawiane. Przewietrzanie więc ma na celu wydalenie z kopalni zepsutego powietrza i doprowadzenie do niej powietrza czystego, a jednocześnie zabezpieczenie ludzi zatrudnionych w kopalni od niebezpieczeństwa, na jakie byliby narażeni, pracując w powietrzu zepsutem.

Powietrze atmosferyczne wszędzie ma skład prawie zupełnie jednakowy, a mianowicie składa się ono z 20,93 objętości tlenu, 78,10 objętości azotu, 0,94 objętości argonu, 0,03 dwutlenku węgla i nie wielkiej ilości pary wodnej. Prócz tego, ponieważ powietrze na kuli ziemskiej jest w ciągłym ruchu, w falach więc jego znajduje się jeszcze w zawieszeniu, w postaci pyłu, pewna ilość ciał stałych, a mianowicie: zarodki roślin i zwierząt, cząsteczki pochodzące z rozkładu roślin i zwierząt i pył mineralny. Nareszcie w powietrzu atmosferycznym znajduje się jeszcze i pewna ilość gazów, które je zanieczyszczają, a mianowicie gazy powstające przy paleniu się i oddychaniu, dymy w okolicach miast, a w miejscowościach fabrycznych jeszcze i inne zanieczyszczenia, jak kwas solny, kwas siarkawy, pary metali, i t. p. Te jednak domieszki nie mają żadnego wpływu na skład powietrza kopalnianego, bo podobnie jak woda wypuszczona z fabryk, gdy spłynie do rzeki, sama się

przez się oczyszcza, tak i ciała obce, zanieczyszczające powietrze, same przez się znikają. Jedne z nich wypłukuje woda i te razem z deszczem opadają na ziemię, inne, jak dwutlenek węgla, pochłaniają rośliny, które zatrzymują tylko węgiel, a wydzielają z siebie tlen.

Temi więc zmianami, jak również i tem, jakim sposobem zepsute powietrze, wychodzące z kopalni, staje się napowrót czystem i zdatnem do oddychania, zajmować się nie będziemy, nas tylko obchodzą następujące kwestye:

1) Przyczyny psucia się powietrza w kopalniach i sposób w jaki zepsute powietrze wydala się, a na jego miejsce wprowadza się świeże.

2) Ile należy wprowadzić świeżego powietrza do kopalni, aby warunki zdrowotne były w niej zadawalniające.

3) Jaki opór musi przewyższać strumień powietrza przypływającego do kopalni.

4) Jakie są środki do wytworzenia przewiewu niezbędnego do odświeżenia kopalni.

5) Co należy robić, aby jak najlepiej zużytkować strumień powietrza przypływającego do kopalni.

Przyczyny psucia się powietrza w kopalniach i środki do wydalenia powietrza zepsutego i wprowadzenia na jego miejsce powietrza świeżego.

Przyczyny psucia się powietrza w kopalniach. Powietrze psuje się w kopalniach wskutek następujących przyczyn:

- a) wskutek zmniejszenia się ilości tlenu;
- b) wskutek podwyższenia temperatury;
- c) wskutek pyłu tworzącego się przy urabianiu minerałów—i
- d) wskutek wydzielania się gazów.

Zmniejszenie ilości tlenu. Czyste powietrze atmosferyczne, jak wyżej powiedzieliśmy, składa się z 21 objętości tlenu, 79 objętości azotu (wraz z 0,94 obj. argonu), 0,03 dwutlenku węgla i pewnej dosyć zmiennej ilości pary wodnej. Jeden metr sześcienny powietrza przy temperaturze 0° i ciśnieniu 760 mm. waży 1,2936 kg. Wskutek oddychania ludzi i zwierząt, palenia się lamp i utleniania się węgla i różnych ciał, przeważnie zaś wskutek gni-

cia drzewa i utleniania się pirytów, ilość tlenu w powietrzu kopalnianem ciągle się zmniejsza, a ilość dwutlenku węgla zwiększa.

Według badań dr. Schondorf'a, zrobionych w kopalniach węgla w Saarbrücken ¹⁾ z całej ilości tlenu, jaka się zużywa w kopalniach, tylko $\frac{1}{17}$ zużywają ludzie i konie przy ich oddychaniu, a $\frac{16}{17}$ idzie na utlenienie węgla i pirytów, pochłania się skałami otaczającymi i zużywa się przy gniciu drzewa.

Powietrze wydychane przez ludzi zawiera tylko 17—18% tlenu i od 3—4% dwutlenku węgla, a w powietrzu zawierającym 18% tlenu lampy już gasną.

Do niedawnego czasu przypuszczano, że w powietrzu, w którym ilość tlenu tak się zmniejszyła, że światło przestaje się palić, człowiek musi umierać, dopiero badania profesora Haldane z Oxfordu, dowiodły, że pogląd ten był mylny. Haldane przekonał się, że gdy ilość tlenu w powietrzu stopniowo zmniejsza się do 12%, człowiek oddycha głębiej; przy 10% oddech jest bardzo przyspieszony i wargi nabierają koloru lekko sinawego. Przy 8% twarz przyjmuje kolor szaro-oliwiany, ale jeszcze nie ma oznak zastraszających; dopiero gdy ilość tlenu w powietrzu nie przewyższa 5—6%, następuje z początku duszność, potem utrata świadomości, a w końcu śmierć. W powietrzu zawierającym 1—2% tlenu śmierć następuje po upływie 40—50 sekund. Zwierzęta nad którymi były robione doświadczenia mogły być zapomocą sztucznego oddychania łatwo powrócone do życia dotąd, póki jeszcze serce w nich biło, chociaż sztuczne oddychanie często potrzeba było stosować bardzo długo.

Widzimy więc, że niebezpieczeństwo dla ludzi następuje dopiero wtedy, gdy ilość tlenu w powietrzu kopalnianem zmniejszy się do 7%.

Zbyt wielkie natężenie w atmosferze, ze znacznie zmniejszoną ilością tlenu, może spowodować omdlenie, dlatego też należy unikać uszelkiego nadmiernego wysiłku tam, gdzie ilość tlenu w powietrzu kopalnianem znacznie się zmniejszyła.

• **Temperatura powietrza w kopalniach.** Na temperaturę powietrza w kopalniach należy zwracać szczególną uwagę, ponieważ od tego zależy zdrowie i skuteczność pracy górnika. Najwyż-

¹⁾ R. Wabner Die Beweterung der Bergwerke. Leipzig 1901, str. 3.

sza temperatura jaką człowiek może znosić w powietrzu *zupełnie suchem* jest 50° C. Powietrze jednak kopalniane nigdy nie jest suchem, przebywanie zaś w powietrzu wilgotnem, już zaczynając od temperatury 25° C., jest bardzo dla zdrowia szkodliwem, a przy temperaturze powyżej 35° C. może być już śmiertelnem. Dlatego też w kopalniach temperatura 30° C. powinna być uważaną jako nie do zniesienia.

Doświadczeniami stwierdzono, że górnicy pracujący w powietrzu gorącym, czują duszność, ogólne osłabienie, cierpią na uderzenia do głowy, omdlenia, apatyę i ociężałość; oddech mają krótki i ciężki, twarz obrzmiała i tracą apetyt. Następstwem zaś tego wszystkiego jest wycieńczenie, bladłość, reumatyzmy i katary chroniczne. Nareszcie przy podwyższonej temperaturze ilość pyłu, tworzącego się w kopalni jest daleko większą, co także zgubnie wpływa na zdrowie robotników, a prócz tego skuteczność pracy robotnika, w miarę jak temperatura w kopalni się podwyższa, znacznie się zmniejsza.

Podwyższenie temperatury w kopalniach następuje: wskutek zwiększającej się temperatury skał otaczających, która, jak wiadomo, podwyższa się w miarę zwiększania się głębokości, na jakiej prowadzą się roboty górnicze; wskutek obecności ludzi i zwierząt; wskutek palenia się lamp, użycia do robót materiałów wybuchowych, utleniania się pyłu węglowego zawieszonego w powietrzu, gnicia drzewa i t. p.

Wiadomo, że na pewnej głębokości, pod powierzchnią ziemi, temperatura skał jest mniej więcej stałą, w miarę zaś pogłębiania wzrasta mniej więcej o 1° C. na każde 35 metr. głębokości. Cyfra ta nie jest bezwzględnie prawdziwą, bo to zależy jeszcze od budowy geologicznej danej miejscowości i tem właśnie daje się objaśnić fakt, jaki się dosyć często spostrzega, że przyrost temperatury w jednych miejscowościach jest większy, aniżeli w innych. Oprócz tego są jeszcze miejscowości, w których wysoka temperatura panuje zaraz pod powierzchnią ziemi, mianowicie daje się to zauważyć tam, gdzie działanie wulkanów jeszcze nie ustało lub też gdzie gorące źródła, wytryskujące ze znacznych głębokości, ogrzewają sąsiednie skały. Tak np. w Teplicach (w Czechach) pogłębianie szybów, z przyczyny bardzo wielkiego gorąca, musiało być zaniechane i zastąpione głębokiem wierceniem. Do tego przedmiotu wrócimy jeszcze mówiąc o urabianiu minerałów na bardzo znacznych głębokościach.

Drugą przyczyną podwyższenia temperatury powietrza w kopalniach jest obecność ludzi i zwierząt. Zauważono, że ciepło wydzielane przez człowieka, znajdującego się w przestrzeni zamkniętej, podnosi w ciągu jednej godziny, temperaturę 542 metr. sześć. powietrza ogrzanego do 12° C. o jeden stopień. Lampa górnicza podnosi w tych samych warunkach o 1° C. temperaturę 400 metr. sześć. powietrza. Ciepło zaś wydzielane przez konia podnosi temperaturę powietrza 5—6-ciu razy więcej, aniżeli ciepło wydzielone przez człowieka razem z jego lampą.

Jedynym dzisiaj znanym środkiem zniesienia temperatury powietrza w kopalniach jest dobre przewietrzanie robót podziemnych, silnym strumieniem świeżego powietrza; próby zniesienia temperatury powietrza zapomocą sztucznie wyrabianego lodu, jakie były robione przy prowadzeniu tuneli, nie dały zadowalniających rezultatów. Może być że kiedyś da się zastosować do tego celu powietrze zgęszczone, naturalnie jeżeli będzie go można otrzymywać sposobem tańszym aniżeli dziś go otrzymują.

Tworzenie się pyłu. W każdej kopalni tworzy się mniejsza lub większa ilość pyłu i sadzy, które razem z powietrzem dostają się do płuc i wywierają bardzo szkodliwy wpływ na zdrowie robotników. Szczególnie dużo pyłu tworzy się w kopalniach węgla łatwo łamliwych i wskutek tego dostarczających dużo miazgi. Przy urabianiu tych węgla, jak również i przy ładowaniu ich w wózki, powstaje ogromna masa pyłu, który się rozchodzi w powietrzu a następnie wciąga do płuc przy oddychaniu. Kurz węglowy, wypełniając tkanki płucne, powoduje ich nabrzmiewanie, a kurz krzemionkowy, jaki się często wydziela w kamieniołomach i przy pędzeniu przecznicy, rozdziera tkanki płuc i powoduje płucie krwią. Nareszcie pył niektórych minerałów, a mianowicie minerałów zawierających arsen, rtęć, miedź i ołów, jest trującym.

Ilość pyłu rozchodzącego się w powietrzu kopalnianem jest tem większą im strumień przyptywającego powietrza jest silniejszym. Widzimy więc, że dobra wentylacja, w pewnych razach, może pogarszać warunki higieniczne w kopalniach. Dla zapobieżenia temu starają się prędkość przyptywającego strumienia zmniejszyć, zachowując też samą objętość wprowadzanego powietrza. Przy bardzo silnem strumieniu powietrza, szczególnie w wąskich chodnikach, górnicy często nabywają skłonności do chorób pochodzących z przeziębienia, dlatego też tam, gdzie to jest mo-

żebne, prędkość strumienia powietrza przyprływającego do kopalni nie powinna przenosić 2 metr. na sekundę.

Dla zapobieżenia szkodliwemu działaniu pyłu, zaczęto używać przyrządy zwane respiratorami, polegające na tem, że powietrze, nim się dostanie do płuc, musi przejść przez gąbkę lub watę zwilżoną, na której pozostaje pył jakim było zanieczyszczone. Przyrządy te jednak są tak niedogodne, że trudno jest zmusić robotników aby je używali.

Oprócz pyłu, w powietrzu kopalnianem zawsze jest masa dymu i kopciu, jaki się wydziela z lamp wskutek niezupełnego spalania się oleju, a który jest równie szkodliwym jak i pył węglowy.

Najwięcej kopciu dają lampy olejne, lampy ze szmalcem kopcać mniej, a najlepsze są lampy benzynowe, bo nie dają ani swędu, ani kopciu.

Wydzielanie się gazów. W wielu kopalniach ze szczelin i z pór w skałach wydzielają się gazy, których ilość i jakość bywa bardzo rozmaita, najczęściej jednak wydzielają się: dwutlenek węgla, tlenek węgla, siarkowodór i metan, rzadziej wodór, kwas siarkawy, azot, gaz rozweselający i pary rtęci.

Dwutlenek węgla. Dwutlenek węgla przedstawia gaz bezbarwny z bardzo słabym kwaskowatym smakiem i zapachem. W powietrzu znajduje się go 0,03 — 0,04%, powietrze jednak kopalniane zwykle zawiera go więcej. Powstaje on prawdopodobnie wskutek działania wód kwaśnych na pokłady wapienia. Często wydziela się ze szczelin w żyłach rudonośnych, lub też ze szczelin w skałach wulkanicznych, a czasami i z niektórych pokładów węgla i wtedy podrabywanie takich pokładów górnicy nie mogą skutecznie leżący, bo wydzielający się dwutlenek węgla mógłby spowodować ich omdlenie. Zdarza się także, chociaż bardzo rzadko, że bywa on nagromadzonym w pewnych miejscach w masie węgla pod większym ciśnieniem i wtedy prężność jego bywa tak znaczną, że gdy wyrobisko zbliży się do takiego miejsca, przodek pęcznieje, a czasami cała ściana rozwała się i rozkrusza ¹⁾. Często bardzo bywa on rozpuszczony w wodzie.

Niektóre gatunki węgla kamiennych, a także i węgla brunatnych mają własność, że w powietrzu się utleniają i wtedy dwutle-

¹⁾ *Haton de la Goupillière. Cours d'exploitation des mines. Seconde édition, t. 2, str. 439.*

nek węgla tworzy się w znacznych ilościach. W podobnych wypadkach następuje powolne zagrzewanie się węgla, które może być nawet przyczyną jego samozapalenia się. Zjawisko to najczęściej daje się zauważyć tam, gdzie jest dużo miazdu, bo wtedy powietrze ma bardzo wiele punktów zetknięcia się z węglem. Dlatego też w starych wyrobiskach, zawierających dużo miazdu, powstają zawsze większe ilości dwutlenku węgla.

Dwutlenek węgla wytwarza się jeszcze w kopalniach wskutek palenia się lamp i oddychania ludzi i zwierząt, chociaż od tych przyczyn powstają tylko stosunkowo niewielkie jego ilości, które umiarkowany przypływ świeżego powietrza z łatwością unosi. Daleko więcej dwutlenku węgla tworzy się podczas wybuchów gazu kopalnianego.

Dwutlenek węgla nie podtrzymuje oddychania, ale nie jest trującym, bo nie działa na krew chemicznie. Powietrze nie powinno zawierać go więcej nad 2 do 2,5%, gdy ilość jego wzrośnie do 3 lub 4%, działanie dwutlenku węgla staje się już widocznem, oddech zaczyna być cokolwiek głębszym, ale żadne inne zaburzenia w organizmie jeszcze nie następują, tylko praca w powietrzu zawierającym 3,5% dwutlenku węgla jest już bardzo uciążliwą. Im powietrze zawiera go więcej, tem oddech jest częstszy i głębszy. Przy 6% zaczyna się wyraźna duszność, połączona z lekkim bólem głowy w okolicy czoła, przy 7—8% duszność i ściskanie są już bardzo bolesne, a dopiero przy 10% człowiek traci przytomność, ale życie jego, jak dowiodły doświadczenia wykonane na zwierzętach, nie znajduje się jeszcze w niebezpieczeństwie.

Dwutlenek węgla jest znacznie cięższym od powietrza, miesza się więc z nim dosyć trudno i zbiera się zawsze na dole około spodka wyrobiska, jest więc jeszcze pod tym względem niebezpiecznym, że jeżeli człowiek omdlały upadnie na ziemię, musi zginać. Wydziela się zaś przy robotach podziemnych tak często, że prawie każde wyrobisko nie mające bezpośredniego połączenia z powierzchnią ziemi, zawiera go mniejszą lub większą ilość. Z tej przyczyny należy być zawsze bardzo ostrożnym i wprzód, aniżeli opuszczać się w podziemia, sprawdzić czy wyrobiska nie są nim napełnione. Najprostszy sposób sprawdzenia polega na tem, że do wyrobiska opuszczają zapaloną lampę, jeżeli tylko lampa zgasnie, dowodzi to obecności dwutlenku węgla.

W kopalni błyszczu ołowianego Mazaron w Hiszpanii, w któ-

rej dwutlenek węgla wydziela się często w znacznych ilościach, robotnicy zawsze chodzą do kopalni z psami, bo dwutlenek węgla zbiera się w dolnej części wyrobisk, pies więc omdlewa wcześniej i tym sposobem zawiadamia górnika o grożącym mu niebezpieczeństwie.

Jeżeli zachodzi potrzeba wejścia do szybu napełnionego dwutlenkiem węgla, należy wprzód przez pewien czas lać do niego wodę, która go wypędza i wprowadza z sobą powietrze, lub też należy mieszać powietrze w szybie podnosząc i opuszczając pęczki słomy, lub pęczki gałęzi. Dobrze jest także lać do szybu mleko wapienne, które dosyć chciwie pochłania dwutlenek węgla.

Wszystkie te środki, aczkolwiek bardzo pierwotne, jednak mogą się okazać bardzo pożytecznymi, gdy chodzi o podanie pierwszej pomocy ludziom, którzy omdleli w atmosferze dwutlenku węgla, nie należy więc ich nigdy zaniedbywać.

Tlenek węgla. Tlenek węgla jest gazem bezbarwnym, bez zapachu i smaku, przy zetknięciu z ciałem płonącym z łatwością się zapala i pali się błękitnawym płomieniem. Na organizm działa bardzo trująco.

Jak się zdaje, tlenek węgla nie wydziela się nigdy wprost ze szczelin skał, ale tworzy się często w kopalniach wskutek rozmaitych przyczyn.

Dosyć znaczne ilości tlenu węgla powstają przy wybuchu prochu, szczególnie jeżeli proch jest wilgotny, lub jeżeli zawiera mało saletry, mniej aniżeli 78%. Jeżeli tylko proch nie zawiera dostatecznej ilości saletry, tlen w nim zawarty nie wystarcza do całkowitego spalania się węgla i siarki, powstaje więc wtedy tlenek węgla i jeszcze drugi gaz bardziej od niego trujący, a mianowicie siarkowodór. Taż sama szkodliwa mieszanina gazów wydziela się i przy paleniu się miazgi węglowej. Tlenek węgla wydziela się zawsze przy pożarach w kopalniach, a jak dalej zobaczymy i przy wybuchach gazu kopalnianego. Charakterystyczny zapach, jaki się daje czuć podczas pożaru w kopalniach, pochodzi jednak nie od tlenu węgla, lecz wskutek wydzielających się produktów suchej destylacji, a mianowicie węglowodorów, amoniaku i t. p.

Powiedzieliśmy wyżej, że tlenek węgla działa na organizm bardzo trująco. Działanie to objaśnia się następującym sposobem: Przy oddychaniu człowiek wciąga do płuc tlen powietrza, który przechodzi do krwi i tam pochłania się czerwonymi ciałkami, tworząc z nimi małow trwałą związek zwany karboxyglobinem. Na-

stępnie, pochłonięty tlen dostaje się, razem z krwią, przy jej krążeniu do tkanek, gdzie on jest niezbędnym do życia.

Otóż francuski uczony Claudius Bernard przekonał się, że czerwone ciała krwi daleko chętniej łączą się z tlenkiem węgla aniżeli z tlenem, jeżeli więc powietrze zawiera pewną ilość tlenu węgla, to krew wcale się nie łączy z tlenem lecz tylko z samym tlenkiem węgla. Tlen więc nie dochodzi do tkanek i śmierć następuje wskutek braku tlenu, zupełnie w ten sam sposób, jak gdyby człowiek znajdował się w atmosferze pozbawionej tlenu. Nawet zmiany w organizmie, wywołane zatruciem tlenkiem węgla, mało się różnią od zmian, jakie następują wskutek braku tlenu.

Powinowactwo czerwonych ciałek krwi do tlenu węgla jest 250 razy większe, aniżeli powinowactwo ich do tlenu, gdy więc człowiek będzie się znajdował, przez czas dłuższy, w powietrzu zawierającym 0,1% tlenu węgla, to krew jego będzie pochłaniała prawie zupełnie jednakową ilość tlenu węgla jak i tlenu, to jest mniej więcej 50% tlenu węgla i 50% tlenu. Jeżeli ten sam człowiek zostanie przeniesionym na świeże powietrze, tlenek węgla zacznie się powoli z krwi wydzielać, przechodząc prawdopodobnie w dwutlenek, przyczem zauważono, że wydzielanie się z krwi tlenu węgla następuje w czystym tlenie 5 razy prędzej, aniżeli w powietrzu atmosferycznym. Powietrze więc zawierające 0,1% tlenu węgla nie grozi jeszcze niebezpieczeństwem życia, chociaż już powoduje ból głowy i utratę sił, po której następuje omdlenie. Jeżeli powietrze zawiera 0,2% tlenu węgla, krew pochłania go już 67% i tylko 23% tlenu; człowiek w takim powietrzu odrazu traci przytomność i wkrótce umiera.

Tlenek węgla należy do najbardziej niebezpiecznych gazów, jakie powietrze kopalniane zawierać może i to tem niebezpieczniejszych, że obecność jego spostrzega się najczęściej dopiero wtedy, gdy już następstwa otrucia zaczynają być widoczne i gdy już człowiek nie jest w stanie dać sobie rady bez obcej pomocy. Dlatego też wchodzenie do tych części kopalni, w których można się spodziewać obecności tlenu węgla, jest zawsze połączone z bardzo wielkim niebezpieczeństwem, ponieważ wprzód aniżeli się zauważy jego obecność, można przejść tak znaczną przestrzeń, że człowiekowi, który uległ zatruciu, nie starczy już sił na odbycie drogi powrotnej. Z tej więc przyczyny, gdy zachodzi konieczność udania się do miejsc, w których atmosfera jest zatrutą tlenkiem węgla, należy po drodze, tam gdzie jest jeszcze czyste powietrze, pozo-

stawiać o ile można jak najwięcej ludzi, aby ci w razie potrzeby mogli podać pomoc.

Przy zatruciu tlenkiem węgla człowiek wprzód aniżeli dojdzie do stanu całkowitego omdlenia, doznaje zawrotu głowy, wzdęcia żył na czole, uczucia słabości w nogach, osłabienia wzroku i bicia serca przy najmniejszym natężeniu, na te więc objawy trzeba zwracać szczególną uwagę.

Jeżeli powietrze zawiera więcej jak 1 i do 2% tlenku węgla, człowiek w niem przebywający, po omdleniu, dostaje kurczów podobnych do tych, jakich doświadcza w braku tlenu, jeżeli zaś powietrze zawiera mniej, aniżeli 1% tlenku węgla, śmierć następuje zupełnie spokojnie.

Przy zatruciu tlenkiem węgla, kolor ciemno-czerwony krwi zmienia się na jasno-czerwony, a nawet różowo-czerwony; człowieka więc otrutego tlenkiem węgla po tem można poznać, że, na ciele jego, te miejsca, na których można widzieć kolor krwi, jak np. wargi, mają kolor jasno-czerwony, gdy tymczasem te same miejsca, w tych razach, gdy przyczyna śmierci była inną, mają kolor szaro-siny, lub białawy. Dla tej przyczyny zwłoki otrutego tlenkiem węgla mają wygląd jakby człowiek jeszcze żył.

Ludzie, którzy omdleli wskutek zatrucia tlenkiem węgla, zwykle po upływie kilku godzin przychodzą do siebie, jeżeli jednak znajdowali się w atmosferze zatrutej tlenkiem węgla cokolwiek dłużej, w takim razie wyzdrowienie ich wymaga dłuższego czasu i jest połączone z objawami, dowodzącymi jak bardzo ucierpiał system nerwowy. Oddech i puls mają nieregularny, temperatura ciała podnosi się do 39° i więcej, a każde usiłowanie poruszyć ręką lub nogą wywołuje kurcze, prócz tego czują zawsze bardzo silny ból głowy. Choroba jest tem cięższą, im chory dłużej znajdował się w atmosferze trującej, a wyzdrowienie, nie zważając na wszystkie środki zaradcze, często wątpliwe.

Środki do rozpoznania obecności tlenku węgla. W powietrzu zawierającym bardzo małe ilości tlenku węgla, które jednak już działają trująco na organizm człowieka, obecności tego gazu nie można poznać ani zapomocą lampy, ani żadnym innym sposobem. Wprawdzie podczas pożaru powietrze kopalniane, które wtedy zawsze zawiera tlenek węgla, ma specjalny zapach, ale zapach ten, jak wyżej mówiliśmy, pochodzi nie od tlenku węgla, lecz tylko od pewnych węglowodorów, od amoniaku i innych produktów suchej destylacji.

Wiadomo jednak, że małe zwierzęta, jak np. myszy, są daleko mniej odporne na działanie tlenku węgla, aniżeli ludzie, bo ich krew prędzej się nim nasyci, aniżeli krew ludzka. Działanie więc tlenku węgla na mysz będzie daleko szybsze, aniżeli na człowieka. Profesor Haldane, który się tą kwestyą zajmował, przekonał się, że gdy powietrze zawiera 0,4% tlenku węgla (a ta ilość znajduje się w powietrzu kopalnianem prawie zawsze po wybuchu gazów, gdy należy prowadzić roboty ratunkowe), mysz zaczyna okazywać objawy zatrucia już po upływie 1 1/2 minuty, po 3-ch minutach całkowicie omdlewa, gdy tymczasem sam profesor Haldane czuł się niedobrze dopiero po upływie pół godziny. Tym sposobem mysz w klatce może służyć jako środek do rozpoznania obecności tlenku węgla w powietrzu, bo gdy mysz omdleje, będzie to dowodem, że powietrze w tem miejscu zawiera już taką ilość tlenku węgla, która zagraża bezpieczeństwu życia ludzkiego.

Ratowanie otrutych tlenkiem węgla. Przedewszystkiem zatrutego tlenkiem węgla należy wynieść na świeże powietrze, aby pod działaniem tlenu wydzielić z krwi trujący gaz. Oddychanie czystym tlenem, jak wskazały doświadczenia wykonane w Anglii, w kopalni węgla Mickelfield, po wybuchu jaki tam miał miejsce 30 kwietnia 1896 r., daje bardzo dobre rezultaty. Jeżeli chory przestał już oddychać, robią sztuczne oddychanie, a jeżeli puls działa słabo, zastrzykują mu pod skórę eter.

Przy robotach ratunkowych jakie prowadzono po wybuchu gazów, w niektórych kopalniach zauważono, że świeże powietrze na otrutych tlenkiem węgla nie zawsze działa jednakowo, mianowicie spostrzeżono, że wielu górników zatrutych tlenkiem węgla traciło przytomność dopiero po wyniesieniu ich na świeże powietrze. Zjawisko to, które dotąd nie zostało jeszcze należycie wyjaśnione, pochodzi zapewne stąd, że przeniesienie chorego z temperatury stosunkowo dosyć wysokiej, jaka była w kopalni, na powierzchnię ziemi, gdzie było daleko zimniej, zmniejszyło wpływ krwi do mózgu. Należy więc przypuszczać, że przy zatruciu tlenkiem węgla gorące okłady, jak również i nakrywanie chorych ciepłemi wełnianemi kołdrami, może być bardzo pożyteczne.

Siarkowodór. Gaz bezbarwny, bardzo przykrego zapachu jaj zgniłych, smaku cokolwiek słodkawego, jest nadzwyczajnie trującym, mniej jednak niebezpieczny od tlenku węgla, bo bardzo łatwo może być zauważonym po jego charakterystycznym zapachu.

W powietrzu zawierającym 0,1% siarkowodoru, człowiek po pewnym czasie omdlewa, a w końcu umiera.

Gaz ten tworzy się przy gniciu ciał zwierzęcych, w kopalniach spotyka się bardzo rzadko, chociaż zdarza się w niektórych, gdzie, jak przypuszczają, powstaje wskutek rozkładu piritów pod działaniem wody i wysokiej temperatury. Powstaje on także przy wystrzałach prochem, szczególnie jeżeli proch jest wilgotny i zawiera mało saletry. Czasami wydziela się w większych ilościach z wód mineralnych i wtedy może się przedostawać do kopalni przez szczeliny.

Kwas siarkawy. Gaz bezkolorowy, bardzo nieprzyjemnego, kłującego zapachu i nadzwyczajnie trujący. W powietrzu zawierającym go 0,004% króliki i inne małe zwierzęta dostają zapalenia oczów i zapalenia dróg oddechowych, a powietrze zawierające go 0,1% działa już bezwarunkowo śmiertelnie. W kopalniach gaz ten tworzy się w bardzo małych ilościach podczas pożarów i przy wybuchu gazu kopalnianego.

Węglowodór lekki. CH_4 zwany jeszcze metanem, gazem błotnym i gazem kopalnianym, a we Francji i Belgii znany pod nazwą *Grisou*. Jest to gaz, na który oddawna była zwrócona szczególna uwaga, z przyczyny obfitości, w jakiej się w kopalniach węgla wydziela, a jeszcze bardziej wskutek smutnych następstw, jakich bywa przyczyną. Ten właśnie gaz, zmieszany w pewnym stosunku z powietrzem, tworzy mieszaninę piorunującą, będącą przyczyną straszliwych wybuchów, jakie się w kopalniach węgla zdarzają.

Jest to gaz bezkolorowy, nie mający żadnego smaku, ani zapachu, chociaż górnicy pracujący w kopalniach, w których się on wydziela, utrzymują, że ma smak przypominający jabłka i specjalny zapach, który trudno określić, a który oni jednak tak dobrze znają, że zawsze czują, gdy się znajdują w atmosferze zawierającej dużo gazu. W kopalniach nie bywa nigdy czystym, zwykle zawiera niewielkie ilości etanu, azotu, tlenu, dwutlenku węgla, a czasami i siarkowodoru. Ilość obcych przymieszek dochodzi do 15%. Nie jest on trującym, domieszka jego w powietrzu jest tylko pod tym względem szkodliwą, że zmniejsza ilość tlenu, powietrze jednak dopiero wtedy przestaje być zdatnem do oddychania, gdy go zawiera $\frac{1}{3}$ swej objętości.

Gaz kopalniany jest znacznie lżejszym odpowietrza, jego ciężar właściwy wynosi tylko 0,56, zbiera się więc zawsze w górnych częściach wyrobisk, wypełniając wszystkie nierówności w piętrze

i wszystkie puste przestrzenie nad obudową. Czasami tworzy on w górnych częściach wyrobisk, warstwę oddzielającą się od warstwy powietrza, przy lekkim jednak poruszeniu miesza się z powietrzem, rozpuszczając się w niem całkowicie. Raz zmieszany z powietrzem już się od niego nie oddziela. Mieszanina taka tworzy się sama przez się w ciągu kilku godzin nawet w powietrzu spokojnem.

Niektórzy górnicy utrzymują, że gaz kopalniany można widzieć w powietrzu, bo on tworzy w niem jakby pajęczynę. Pochodzi to zapewne stąd, że gdy gaz nie jest jeszcze ściśle zmieszany z powietrzem, wtedy jako lżejszy od niego tworzy oddzielną warstwę pod piętrzem. Promienie więc światła przechodząc z początku przez dolną warstwę powietrza, która jest gęstsza, a następnie przez górną lżejszą warstwę metanu nie jednakowo się łamią i to zjawisko niejednakowego załamania się promieni światła staje się widocznem.

Węglowodór lekki nazywają jeszcze gazem błotnym, ponieważ obficie wydziela się z mułu torfowego; gdy dotykać łaską mułu torfowy, znajdujący się na dnie bagnisk, gaz błotny wydziela się z wody w postaci baniek. Tworzy się on zawsze przy powolnym rozkładzie materii roślinnych pod wodą, a ponieważ nie ulega wątpliwości, że pokłady węgla kopalnych tworzyły się w tych samych warunkach, więc przy ich tworzeniu musiał się także wydzielać i węglowodór lekki. Przeważnie wydziela się on z pokładów węgla kamiennych, chociaż znajduje się także w niektórych salinach w marglach tryjasowych, zawierających złoża soli, także w łupkach i wapieniach bitumicznych, w skałach zalegających w bliskości źródeł nafty, w kopalniach wosku ziemnego, a czasami i w kopalniach węgla brunatnego.

Najwięcej zawierają go pokłady węgla tłustego, węgle chude zawierają go daleko mniej albo wcale go nie zawierają. Nie we wszystkich jednak węglach tłustych znajduje się on w jednakowej ilości, przeciwnie, jedne zawierają go więcej, inne mniej, zawsze jednak im głębokość, na której prowadzą się roboty jest większa, tem gazu wydziela się więcej. Pochodzi to zapewne stąd, że na większej głębokości jest wyższa temperatura, która powoduje silniejsze wydzielanie się gazu. Nareszcie na ilość gazu wydzielającego się z węgla wielki wpływ mają i własności skał otaczających. Jeżeli w stropie zalegają skały zbite jednorodne i dla gazów nieprzenikliwe, gaz błotny, który się tworzył jednocześnie z węglem,

został uwiecznionym i wtedy masa węgla jest nim całkowicie prześiąkniętą. Przeciwnie, jeżeli skały tworzące strop są porowate, lub spękane, wytwarzający się gaz mógł się swobodnie wydzielać i wtedy węgiel prawie wcale go nie zawiera. Jeżeli jednak strop tworzą skały porowate, a w pewnej nad nimi wysokości zalegają skały zbite i dla gazów nie przenikliwe, w takim razie gaz z węgla wydzielał się, ale przechodził do skał w stropie, które w podobnym wypadku są nim całkowicie prześiąknięte. W takich razach roboty w skałach płonnych przedstawiają takie same niebezpieczeństwo jak i roboty w węglu. Zdarza się także, że i skały w spagu jeżeli są porowate, nasiakają gazem.

Ponieważ niektóre pokłady węgla kamiennych jeszcze dotychczas ulegają powolnemu rozkładowi, możebnem więc jest, że gaz kopalniany i obecnie w nich się tworzy. Zwykle najwięcej gazu wydziela się w tych miejscach, gdzie pokłady tworzą siodła i łęki a także około uskoków, gdzie pokłady są poprzecinane szczelinami i gdzie jest dużo pustych przestrzeni, które w takim razie są całkowicie wypełnione gazem. Również więcej gazu znajduje się w pokładach poziomych aniżeli w pokładach stromych, prawdopodobnie dlatego, że z pokładów stromych gaz mógł się łatwiej wydzielać.

Zapalanie się gazu. Obydwie części składowe gazu kopalnianego mogą się utleniać dając parę wodną i dwutlenek węgla, gaz więc w zetknięciu z ciałem płonącym z łatwością się zapala i płonie niebieskawo-białym płomieniem, przy czem, zależnie od ilości gazu, jaka była w powietrzu, następuje mniejszy lub większy wybuch. Ponieważ zaś powstająca przy paleniu się gazu kopalnianego para wodna zaraz się ochładza i skrapla, więc przy wybuchu gazu kopalnianego następują jeden po drugim dwa wybuchy. Pierwszy pochodzi wskutek gwałtownego rozszerzania się rozpalonych gazów, a drugi, słabszy, wskutek zgęszczenia się pary wodnej, która powstała przy pierwszym wybuchu, dzięki czemu powietrze otaczające raptownie wpada w przestrzeń pozostałą po skropleniu się pary, stanowiącą prawie że próżnię.

Mieszanina gazu kopalnianego z powietrzem zapala się, według jednych, przy temperaturze 650° C., według innych, dopiero przy 780° C. Zapalenie się następuje tylko przy zetknięciu z płomieniem, a jeszcze prędzej od iskry elektrycznej i to jest przyczyną, dla której przenoszenie siły zapomocą elektryczności nie zawsze w kopalniach węgla może być zastosowane. Żelazo rozpalo-

ne do czerwoności nie jest w stanie zapalić tej mieszaniny, co się łatwo objaśnia tem, że dla nagrzania gazu do tej temperatury, przy której on się zapala, potrzeba pewnego czasu, a że cząsteczki gazu, które się nagrzewają przez zetknięcie z żelazem, stając się lżejszemi od otaczającego powietrza, wznoszą się do góry, więc gaz nie może nagrzać się do tej temperatury, jaka jest potrzebną do jego zapalenia się. Jeżeli jednak podnoszący się strumień nagrzanego gazu zostanie wstrzymanym w swoim ruchu, jeżeli np. nad rozpalonem żelazem będzie umieszczony słój odwrócony dnem do góry, w takim razie gaz może się zapalić.

Łatwość zapalania się mieszaniny gazu kopalnianego z powietrzem zależy od ilości w jakiej gaz znajduje się w powietrzu. Jeżeli powietrze zawiera mniej gazu kopalnianego od $\frac{1}{30}$ swej objętości, obecności gazu wcale zauważyć nie można. Jeżeli gazu zawiera się w powietrzu od $\frac{1}{30}$ do $\frac{1}{15}$, zapalenie się następuje tylko w miejscu, gdzie mieszanina styka się bezpośrednio z płomieniem, ale ogień nie rozszerza się na całą masę. Obecność jednak tej ilości gazu w powietrzu można już poznać zapomocą płomienia lampy, który zaczyna się wydłużać i otaczać aureolą, chociaż aureola nie jest jeszcze dobrze widoczną i można ją zauważyć dopiero wtedy, gdy zakryć ręką świecącą część płomienia. Zjawisko to staje się coraz widoczniejszem w miarę wzrastania ilości gazu w powietrzu. Gdy ilość gazu dojdzie do $\frac{1}{15}$, mieszanina już się zapala, ale bez wybuchu, przy $\frac{1}{14}$ płomień rozszerza się w całej masie gazu i powstaje już lekki wybuch, siła którego zwiększa się w miarę, jak ilość gazu wzrasta. Największy zaś wybuch powstaje wtedy, gdy powietrze zawiera go od $\frac{1}{9}$ — $\frac{1}{8}$ swej objętości. Przy dalszem zwiększaniu ilości gazu siła wybuchu słabnie, a gdy ilość gazu w powietrzu dojdzie do $\frac{1}{3}$, lampa gaśnie z braku tlenu.

Wydzielanie się gazu kopalnianego i ciśnienie pod jakim on się w węglu znajduje. Wydzielanie się gazu kopalnianego odbywa się trojakim sposobem: a) gaz wydziela się stale i równomiernie na całej powierzchni przodka, w miarę jak odbudowa pokładu postępuje; b) gaz wydziela się ze szczeliny jednym strumieniem, w postaci fontanny i c) gaz wydziela się odrazu w ogromnej ilości, z tak zwanego worka gazowego. Pierwszy wypadek jest najczęstszy, dwa drugie na szczęście daleko rzadsze, one to właśnie bywają przyczyną najsilniejszych wybuchów.

Zwykle węgiel jest nasiąknięty gazem, który wypełnia wszystkie jego pory; w podobnym wypadku gaz wydziela się stopnio-

wo, w miarę urabiania węgla, z całej powierzchni świeżo obnażonego przodka i przytem w ilościach proporcjonalnych do ilości wydobywanego węgla i do ilości pędzonych chodników. Wydzielając się zaś wydaje szum, podobny do tego, jaki słyszymy podczas padającego deszczu. Szum ten objaśnia się znacznem ciśnieniem, pod jakim gaz się znajduje w węglu, co łatwo sprawdzić, zanurzając kawałek świeżo wyjętego węgla do naczynia napełnionego wodą. Zbierając gaz, jaki ten węgiel wtedy z siebie wydziela, można się przekonać, że objętość jego jest o wiele razy większą od objętości kawałka węgla, z którego gaz się wydzielił. Na zasadzie więc prawa Mariotte'a można przypuszczać, że ciśnienie, pod jakim się gaz znajdował w porach węgla, jest co najmniej równem tyłu atmosferom, ile razy objętość wydzielonego gazu jest większą od objętości kawałka węgla, z którego on się wydzielił. Powiadamy co najmniej, ponieważ gaz znajdował się tylko w porach węgla, objętość których jest daleko mniejszą od objętości całego kawałka.

Ciśnienie gazu w porach węgla czasami bywa tak znaczne, że świeżo obnażona ściana przodka pęcznieje i węgiel sam przez się odpada od przodka i rozkrusza się. Ostatniemi czasy zrobiono wiele doświadczeń w celu oznaczenia ciśnienia, pod jakim gaz się w węglu znajduje. Doświadczenia te polegały na tem, że w węglu wiercono otwory, w które wstawiano rurki połączone z manometrami i tym sposobem przekonano się, że w Westfalii w kopalni Hibernia gaz znajdował się pod ciśnieniem 14,6 atmosfer, w Belgii w głębokich kopalniach pod ciśnieniem 20 — 23 atmosfer, a w jednym otworze w polu, które się jeszcze nie odbudowywało, nawet pod ciśnieniem 42,5 atmosfer. Również i w Anglii ciśnienie gazu w węglu dochodzi do 42 atmosfer ¹⁾. Dziś nie ulega już wątpliwości, że im pokład węgla leży głębiej i im skały w stropie są bardziej nieprzenikliwe, tem węgiel zawiera więcej gazu i pod większem ciśnieniem i tem większa ilość gazu będzie się wydzielać przy jego odbudowie. Odwrotnie. im więcej otworów zrobiono w pokładzie i im dłużej pokład nie był odbudowywany, tem ciśnienie pod jakim gaz się w nim znajduje będzie mniejsze, bo z biegiem czasu ono się będzie stopniowo zniżało i w końcu albo gaz przestanie się zupełnie wydzielać, albo też będzie się wydzielał tyl-

¹⁾ *R. Wabner.* Die Beweterung der Bergwerke. Leipzig, 1901, str. 26.

Haton de la Goupillière. Cours d'exploitation des mines. Paris, 1897, tom 2, str 463.

ko w bardzo nieznacznych ilościach. Dlatego też w polu, które się przygotowuje do odbudowy, gazu zawsze się wydziela daleko więcej aniżeli w polu, które już dawno było poprzecinane chodnikami i które się już odbudowywa. Można więc do pewnego stopnia regulować przyływ gazu w kopalni, ograniczając wydobywanie, a szczególnie też ograniczając roboty przygotowawcze i tym sposobem dojść do tego, że ilość gazu wydzielającego się w ciągu jednostki czasu, będzie się całkowicie rozpuszczała w strumieniu powietrza przyływającego do kopalni w tej samej jednostce czasu.

Ilość gazu i ciśnienie pod jakim on się w węglu znajduje, mają wielki wpływ na wytrzymałość węgla. Dlatego też przy odbudowie pokładów węgla tłustych, bardzo przesiąkniętych gazem, otrzymuje się tylko miał. Czasami wytrzymałość węgla, wskutek wielkiego ciśnienia zawierającego się w nim gazu, jest tak nieznaczna, że urabianie go, szczególnie przy odbudowie pokładów stromych, staje się niebezpiecznem. Dla zaradzenia temu w przodkach, wprzód nim złączą węgiel urabiać, wiercą otwory, przez które gaz się wydziela i węgiel robi się mocniejszym i wytrzymałym.

Jeżeli dwa pokłady węgla zawierające dużo gazu zalegają blisko jeden od drugiego, to przy jednoczesnej ich odbudowie otrzymuje się tylko miał, jeżeli zaś odbudowuje się jeden pokład po drugim, to z pokładu, który później odbudowują gaz się wydzieli, węgiel zrobi się wytrzymalszym i otrzymuje się więcej grubego.

Drugi sposób wydzielania się gazu kopalnianego jest w postaci fontanny gazowej, zwanej w Belgii i we Francji pod nazwą *soufflard*. Wtedy gaz wydziela się jednym strumieniem ze szczeliny, znajdującej się najczęściej w bliskości tych miejsc, gdzie pokłady tworzą siodła i łęki. Taka szczelina czasami przecina kilka pokładów nasiąkniętych gazem, gdy więc chodnik dojdzie do niej, gaz odrazu zaczyna się wydzielać silnym strumieniem w postaci fontanny. Z takich szczelin gaz wydziela się w ciągu mniej lub więcej długiego czasu, w niektórych wypadkach tylko przez parę tygodni, w innych przez całe dziesiątki lat.

Nareszcie czasami w masie węgla znajdują się puste przestrzenie, jakby pęcherze, całkowicie napełnione gazem pod bardzo wysokiem ciśnieniem. Pęcherze takie nazywają w Belgii i Francji *workami gazowemi* (*sac de grisou*). W miarę jak się przodek zbliża do takiego pęcherza, filar węgla odgraniczający go od wyrobiska

staje się coraz cieńszym, nareszcie następuje chwila, w której on nie jest już w stanie wytrzymać ciśnienia gazu, zawartego w pęcherzu i wtedy następuje wybuch. Gaz prężnością swoją rozmiążdża filar, wpada z impetem do wyrobiska i w jednej chwili zapełnia całą część kopalni a czasami dochodzi do szybu, przez który wydziela się na powierzchnię ziemi. Przypuszczano, że gaz kopalniany w takich pęcherzach może się znajdować w stanie płynnym, a nawet i stałym. Takie jednak przypuszczenie ma nie wielkie prawdopodobieństwo, ponieważ punkt krytyczny metanu znajduje się dopiero poniżej—81° C. przy ciśnieniu 54,9 atmosfer, a tak niskiej temperatury, na tej głębokości na jakiej spotykano pęcherze gazu, być nie może. Aby dać pojęcie, jak straszne mogą być wybuchy w podobnych razach, opiszemy dwa, jakie miały miejsce w Belgii, jeden w r. 1865 w kopalni Dour w Hainaut, a drugi w kwietniu 1879 r. w kopalni Agrappe we Frameries ¹⁾.

Wybuch w kopalni Dour miał miejsce w głębokości 468 metrów. Dwaj robotnicy zajęci w przodku chodnika zostali odrzuceni pędem gazu, razem z potokiem kurzu aż do szybu, przyczem kurz nie tylko wypełnił wszystkie sąsiednie chodniki, ale się jeszcze przedostał przez całą głębokość szybu na powierzchnię ziemi. Chodnik, w którym miał miejsce wybuch, został zawałony na przestrzeni 20 metr. masą rozmiążdżonego węgla, który był jakby przesortowany i rozsypany w ten sposób, że kawałki większe leżały bliżej przodka, a mniejsze coraz dalej od niego. Ilość sproszkowanego węgla wynosiła 1748 hektolitrow.

W kopalni Agrappe wybuch nastąpił w polu, które dopiero przygotowywano do odbudowy, na głębokości 610 metr. Przy tym wybuchu straciło życie 121 górników, a 11 zostało poparzonych. Gaz wydzielił się w chodniku, jaki prowadzono w kierunku wzniesienia pokładu, a ilość jego była tak znaczną, że w jednej chwili został wypchnięty przez szyb i zapełnił budynek nadszybowy, w którym się zapalił. Z szybu w ciągu 2¼ godzin buchał płomień 50 metr. wysoki, a gdy ilość wydzielającego się gazu stopniowo zaczęła się zmniejszać, gaz tworzył z powietrzem mieszaninę wybuchającą, wskutek czego nastąpiło kilka wybuchów jeden po drugim. Ilość gazu jaka się wtedy wydzieliła obliczoną została na 500 000 metr. sześć.

¹⁾ *Demamet. Traité d'exploitation des mines de houille, II édition. Bruxelles, 1898, t. 1, str. 82.*

Wydzielanie się gazu ze starych wyrobisk. Obfitem źródłem wydzielania się gazu mogą być jeszcze stare wyrobiska. Mówiliśmy wyżej, że jeżeli strop tworzą skały porowate, nad którymi leżą skały dla gazów nieprzenikliwe, wtedy strop nasiąka gazem, również mogą czasami nasiąkać gazem i skały zalegające w spagu. Przy tego więc rodzaju uwarstwieniu, po wyjęciu węgla, gaz zaczyna się wydzielać ze stropu, lub ze spagu. Tam, gdzie roboty prowadzą się z podsadzką, szczególnie jeżeli dla podsadzki używają się skały gliniaste, dla gazów nieprzenikliwe, a sama podsadzka wykonywa się starannie, ilość wydzielającego się gazu może być tylko stosunkowo bardzo nieznaczna. Jeżeli jednak odbudowa jest prowadzoną sposobem filarowym z zawalaniem się stropu, lub tylko z częściową podsadzką, w takim razie gaz może się wydzielać w bardzo znacznych ilościach i jak stwierdziły wykonane w tym celu doświadczenia, ilość gazu wydzielającego się wtedy ze starych wyrobisk może nawet osiągnąć połowy całkowitej objętości gazu, jaką dana kopalnia wydziela. W podobnych wypadkach puste przestrzenie pozostałe po wyjęciu węgla nie będąc przewietrzane, całkowicie wypełniają się gazem i przy zawalaniu się stropu, które w starych wyrobiskach musi mieć miejsce, następuje zawsze raptowne wydzielanie się gazu w większych ilościach, mogące często spowodować bardzo smutne następstwa. Z tych przyczyn odbudowa pokładów wydzielających gaz bardzo często nie może być i nie powinna być inaczej prowadzoną, jak tylko z podsadzką.

Wpływ ciśnienia atmosferycznego na ilość wydzielającego się gazu. Ponieważ gaz kopalniany jest ciałem bardzo lekkim i bardzo elastycznym, łatwo zmieniającem swoją objętość, zmiana więc ciśnienia atmosferycznego nie może pozostawać bez wpływu na ilość wydzielającego się gazu. Wprawdzie liczne doświadczenia wykonane w tym celu w różnych kopalniach doprowadziły do różnych, a czasami nawet i sprzecznych rezultatów, tem nie mniej jednak dziś nie ulega już żadnej wątpliwości, że gdy ciśnienie atmosferyczne się zmniejsza, gaz występuje w większej ilości i na odwrót, przy zmniejszonem ciśnieniu, ilość wydzielającego się gazu powiększa się. Różnica zaś rezultatów, otrzymanych przy doświadczeniach wykonanych w różnych kopalniach, zależy od warunków przy jakich te doświadczenia były wykonywane. Oczywiście, że tam, gdzie jest wentylacja naturalna, wpływ ciśnienia atmosferycznego na ilość wydzielającego się gazu musi być bez porównania większy, aniżeli w kopalniach przewietrzanych sztucznie, za-

pomocą wentylatora, bo tam gdzie wentylator stale tłoczy silny strumień powietrza, zmiana ciśnienia powietrza na zewnątrz kopalni, mniej się odczuwa w jej wnętrzu. Wreszcie należy jeszcze odróżniać wpływ ciśnienia atmosferycznego na ilość gazu wydzielającego się z przodków i na ilość gazu wydzielającego się ze starych wyrobisk. Z przodków, jak wyżej widzieliśmy, gaz wydziela się czasami pod tak znacznem ciśnieniem, że zwiększenie się lub zmniejszenie ciśnienia atmosferycznego o parę centymetrów słupa rtęci, nie może wywierać zbyt wielkiego wpływu na ilość wydzielającego się gazu. Co innego w starych wyrobiskach, tam puste przestrzenie pozostałe po wyjęciu węgla, mogą być całkowicie wypełnione gazem; przy zmniejszeniu więc ciśnienia atmosferycznego, gaz może się wydzielać ze starych wyrobisk w bardzo znacznych ilościach.

W każdym jednak razie nowsze doświadczenia, przeprowadzone w różnych kopalniach, nie pozostawiają najmniejszej wątpliwości, że zmiany ciśnienia atmosferycznego wywierają dosyć znaczny wpływ na ilość gazu wydzielającego się nie tylko ze starych wyrobisk ale i z przodków i że wpływ ten daje się określić następującym sposobem:

1) Zwiększone ciśnienie atmosferyczne zmniejsza przypływ gazu i naodwrot zmniejszone ciśnienie zwiększa go.

2) Im ciśnienie atmosferyczne w jednostce czasu raptowniej się zwiększa, tem ilość wydzielającego się gazu bardziej raptowniej się zmniejsza i naodwrot, im ciśnienie atmosferyczne raptowniej się zmniejsza, tem gaz bardziej silnie się wydziela.

3) Jeżeli wskutek zwiększonego ciśnienia powietrza nastąpiło zmniejszenie ilości wydzielającego się gazu i barometr, podniósłszy się, zatrzymał się dłużej na tej samej wysokości, to przez cały czas, póki wysokość barometru się nie zmieni, przypływ gazu nie będzie się zwiększał. Samo zaś zmniejszenie ilości wydzielającego się gazu będzie tem mniejsze, im gaz znajduje się w węglu pod większem ciśnieniem i naodwrot tem większe, im gaz znajduje się w węglu pod mniejszem ciśnieniem.

4) Jeżeli po raptownem powiększeniu się ciśnienia atmosferycznego, wskutek którego nastąpiło raptowne zmniejszenie się przypływu gazu, ciśnienie powietrza zacznie się powiększać wolniej, to i przypływ gazu zacznie się zmniejszać wolniej i na odwrot.

Z tego wszystkiego cośmy wyżej powiedzieli wypada, że w kopalniach, w których gaz wydziela się obficie i jest uwięziony

w węglu pod znacznem ciśnieniem, wpływ ciśnienia atmosferycznego na ilość wydzielającego się gazu jest wogóle niewielki, w kopalniach zaś, w których gaz jest uwięziony w węglu pod mniejszem ciśnieniem, zmiany ciśnienia atmosferycznego wywierają większy wpływ na ilość wydzielającego się gazu. Nareszcie w kopalniach, w których roboty prowadzą się bez podsadzki i w których pozostają obszerne niczem nie wypełnione wyrobiska, zmiany w ciśnieniu atmosfery wywierają bardzo znaczny wpływ na ilość wydzielającego się gazu. Dlatego też w Anglii, gdzie pokłady węgla są silnie nasiąknięte gazem i odbudowa ich prowadzi się bez podsadzki, górnicy przywiązują wielką wagę do notowań barometrycznych. Tam personel kopalniany robi obserwacje barometryczne wiele razy dziennie, zapisując ich rezultaty do dziennika. Dla zwrócenia zaś uwagi na stan barometru, a jednocześnie, aby zmusić do przyjęcia środków ostrożności w razie raptownego opadania barometru, urządzają sygnały barometryczne, działające automatycznie, które polegają na tem, że barometr opadając wprowadza w ruch dzwonek elektryczny.

Sposoby rozpoznawania obecności gazu wybuchającego i oznaczenia jego ilości w powietrzu kopalnianem. W kopalniach, w których wydziela się gaz wybuchający, ilość świeżego powietrza wprowadzanego do kopalni musi być tem większą, im gazu wydziela się więcej, od dawna więc starano się zbudować przyrządy, zapomocą których możnaby rozpoznać obecność gazu w powietrzu i ściśle oznaczyć jego ilość. Takich przyrządów zbudowano już bardzo dużo, wszystkie jednak pozostawiają jeszcze bardzo wiele do życzenia i jak dotąd najlepszym przyrządem do rozpoznawania obecności gazu jest lampa górnicza, a dla oznaczenia ilości gazu analiza chemiczna.

Zapomocą analizy można oznaczyć ilość gazu w strumieniu powietrza wychodzącego z kopalni, a po oznaczeniu całej ilości powietrza wychodzącego z kopalni, które się otrzyma zapomocą zmierzenia, można oznaczyć absolutną ilość wydzielającego się w kopalni węglowodoru. (O tem, jak się mierzy ilość powietrza wychodzącego z kopalni, będzie mowa dalej). Takie oznaczenie ilości gazu wybuchającego można robić i w strumieniach powietrza wychodzących z oddzielnych pól kopalnianych i mając potrzebne dane, przedsiębrać środki zaradcze dla zmniejszenia ilości gazu w głównym strumieniu powietrza wychodzącego z kopalni, lub też w częściowych strumieniach wychodzących z oddzielnych pól kopalnia-

nych. Każda kopalnia, w której się wydzielają gazy wybuchające, musi robić podobne analizy, bo bez nich się obejść nie można.

Jak wyżej powiedzieliśmy, dotąd jedynym środkiem dla rozpoznania obecności gazu wybuchającego w powietrzu kopalnianem, jest lampa górnicza. Płomień lampy, w powietrzu zawierającym gaz wybuchający, wydłuża się, a nad płomieniem tworzy się aureola w kształcie stożka. Przy małych ilościach gazu w powietrzu, gdy mieszanina może się już zapalić, ale nie ma jeszcze własności wybuchających, aureola ma odcień błękitnawy, a przy większych ilościach gazu, gdy się już utworzyła mieszanina wybuchająca, aureola jest prawie zupełnie biała.

Już w powietrzu zawierającym 0,75% gazu wybuchającego płomień lampy wydłuża się na 1 do 2 mm.; przy 2% na 7 mm.; przy 3% do 20 mm., przy 4,5% płomień dochodzi aż do daszka lampy.

Zapomocą zwyczajnej lampy bezpieczeństwa Davy'ego można wykryć obecność gazu dopiero wtedy, gdy powietrze zawiera go $\frac{1}{30}$ swej objętości, to jest 3,33%, dlatego też już przed 30-stu laty zaczęto do prób używać zamiast lamp olejnych, lampy spirytusowe.

Zapomocą lampy spirytusowej pomysłu Chesneau można rozpoznać obecność gazu wybuchającego nawet i wtedy, gdy go jest w powietrzu nie więcej nad $\frac{1}{4}\%$, należy tylko odpowiednio skrócić płomień lampy. Gdy zaś powietrze zawiera $1\frac{1}{2}\%$ gazu wybuchającego, płomień lampy tak się już wydłuża, że dochodzi do daszka, większych więc ilości gazu zapomocą lampy Chesneau rozpoznać nie można, a wreszcie użycie jej, przy obecności od $2\frac{1}{2}$ do 3% gazu w powietrzu, zaczyna być już niebezpiecznem. W podobnym więc wypadku lepiej używać lampę Cloves'a, która się napełnia czystym zgęszczonym wodorem i która może wskazywać od 0,2 do 6% gazu kopalnianego w powietrzu, a prócz tego może służyć i do oświetlenia, gdy tymczasem lampa Chesneau do oświetlenia się nie nadaje.

Próbując skład powietrza w kopalni, lampę należy podnosić powoli od spągu do stropu i jeżeli przytem zauważy się zwiększenie płomienia, co jest zawsze możebnem, bo, jak wiadomo gaz wybuchający zbiera się w górnych częściach wyrobisk, to opuszczając ją bardzo powoli i ostrożnie, aby płomień, przy raptownem opuszczaniu, nie wydostał się na zewnątrz i nie spowodował wybuchu. Dla tej samej przyczyny lampę należy trzymać przed sobą i nie poruszać nią.

Jeżeli powietrze kopalniane zawiera znaczniejszą ilość gazu wybuchającego, aureola otaczająca płomień tworzy jakby kulę ognistą, która się ciągle zwiększa, aż póki nie wypełni całej siatki; wtedy kolor płomienia jest jasny, prawie że biały, bez błękitnego odcienia. W podobnym wypadku lampę należy powoli i bardzo ostrożnie opuścić, postawić na ziemi i zgasić, nakrywając ją zmoczonymi szmatami, lub zmoczonym ubraniem, ale nigdy nie dmuchać na lampę, bo przy najmniejszym nieostrożnem poruszeniu, płomień lampy może przedostać się na zewnątrz i spowodować wybuch. Wybuch może jeszcze nastąpić, gdy siatka rozпали się do białości, bo wtedy gaz może się zapalić na zewnątrz od samej siatki.

Pył węglowy jako przyczyna wybuchów. Wszystkie gatunki węgla przy ich urabianiu, a także przy ładowaniu na wózki i przewożeniu po chodnikach i pochylniach, wydzielają z siebie pył, ilość którego zależy od własności samego węgla, od sposobu odbudowy pokładu, od stopnia wilgoci zawierającej się w pokładzie węgla i nareszcie do pewnego stopnia od siły strumienia powietrza przypływającego do kopalni.

Zbite i twarde węgle dają mniej pyłu aniżeli węgle porowate, wilgoć zawierająca się w pokładzie zmniejsza jego ilość, silny zaś strumień powietrza, wysuszając węgiel, powiększa ilość pyłu.

Przy podwyższonej temperaturze świeży pył węglowy wydziela z siebie węglowodory bardzo łatwo zapalające się, które podobnie jak i gaz oświetlający, tworzą z powietrzem mieszaninę wybuchającą i to jest właśnie główna przyczyna, dla której pył węglowy w kopalniach jest tak bardzo niebezpieczny.

Suchy pył węglowy, jeżeli tylko jest rozsiany w powietrzu równomiernie i w znacznej ilości, łatwo może być zapalonym i spowodować wybuch. Tem niemniej jednak praktyka dowiodła, że w kopalniach, w których się gaz kopalniany nie wydziela, pył węglowy sam przez się nie przedstawia jeszcze poważniejszego niebezpieczeństwa. W kopalniach zaś w których gaz się wydziela, postać rzeczy zupełnie się zmienia, bo te ilości gazu, które same przez się nie są szkodliwymi, łatwo mogą spowodować wybuch w obecności pyłu.

Dziś nie ulega już żadnej wątpliwości, że w większej liczbie wypadków, przyczyną znaczniejszych wybuchów w kopalniach był pył węglowy czy to zawieszony w powietrzu, czy też znajdujący

się w przodkach, lub osiadły na obudowie i spodku chodników. Doświadczeniami stwierdzono, że pył niektórych gatunków węgla może wybuchać sam przez się, nawet bez współudziału gazu kopalnianego. Sam wygląd robót w kopalni, zaraz po wybuchu, jak również i zeznania robotników, którzy się tam podczas wybuchu znajdowali, dowodzą, że przy wszystkich znaczniejszych wybuchach płomień prawie wyłącznie przebiegał chodniki przewozowe i powietrzne, w których się zawsze znajduje najwięcej pyłu, a zwykle bardzo niewiele gazu kopalnianego, bo właśnie te chodniki są najlepiej przewietrzane i silny strumień powietrza, jaki przez nie przepływa, jest zupełnie wystarczającym do wydalenia znajdującego się w nich gazu. Stwierdzono także, że w tych właśnie chodnikach zawsze ginie najwięcej ofiar i że zwłoki ich, jak również spodek chodnika i jego obudowa, są, po wybuchu, pokryte pyłem węglowym skoksowanym, tworzącym na nich jakby skorupę; widocznie więc pył ten stracił podczas wybuchu wszystkie części lotne, jakie się w nim zawierały.

Pył węglowy tem łatwiej się zapala im więcej zawiera w sobie materii lotnych (szczególnie też węglowodorów), im łatwiej ulega rozkładowi, im przy niższej temperaturze zaczyna wydzielać z siebie gazy i im jest bardziej suchy i bardziej drobny.

Wybuchy czystego pyłu węglowego, jak również i wybuchy powietrza zawierającego niewielkie ilości gazu kopalnianego, przy współudziale pyłu węglowego, dają się objaśnić następującym sposobem. Przy zetknięciu się z ciałem płonącym węglowodory zawierające się w pyłe zaczynają się wydzielać i zapalając się, powodują wybuch. Przy tym wybuchu podnosi się masa pyłu, z której znowu wydziela się znaczna ilość gazów łatwo palnych, powstaje więc drugi zwykle większy wybuch, następnie trzeci, i t. d., a ponieważ te wybuchy następują bardzo szybko jeden po drugim, więc otrzymuje się wrażenie, jakby to był jeden większy wybuch. Jeżeli powietrze zawiera choćby niewielką ilość gazu kopalnianego, wybuch naturalnie następuje daleko łatwiej, bo wtedy węglowodory wydzielające się z pyłu, dołączają się do gazu kopalnianego, zawierającego się w powietrzu, wskutek czego, w danem miejscu, może się utworzyć najbardziej niebezpieczna i najsilniej wybuchająca mieszanina gazów. Tam więc, gdzie w powietrzu znajduje się w zawieszeniu pył węglowy, wybuch gazu kopalnianego może nastąpić nawet już wtedy, gdy powietrze zawiera go 2% ¹⁾.

¹⁾ Jaroslav Jičinsky. Katechismus der Grubenwetterführung Mähr. Ostrau, 1901, str. 15.

Widzimy więc jak wielkie niebezpieczeństwo przedstawia pył węglowy w kopalniach i to tem większe, że nawet najbardziej prawidłowe przewietrzanie silnym strumieniem powietrza, rozdzielonym na oddzielne mniejsze strumienie w ten sposób, aby każdy z nich przewietrzył jedno oddzielne pole, nie tylko nie usuwa niebezpieczeństwa, ale go nawet do pewnego stopnia powiększa, bo im prąd powietrza jest silniejszy, tem więcej podnosi kurzu i bardziej go wysusza, a więc ułatwia możebność wybuchu. Dlatego też należy się zawsze starać zmniejszać prędkość strumienia, nie zmniejszając ilości przypływającego do kopalni powietrza.

Zraszanie pyłu. Jedynym znanym dziś środkiem, czyniącym pył nieszkodliwym, jest silne zraszanie go wodą. Dlatego też, aby zapobiedz tworzeniu się pyłu, jak również aby uczynić go nieszkodliwym, należy zaraz po odbiciu węgla, zraszać wszystkie przodki na filarach i w chodnikach, jak również zraszać i sam węgiel odbity. Chodniki główne, pośrednie, przygotowawcze i przecinki powinny być zraszane i utrzymywane w stanie wilgotnym przynajmniej na odległości 10 metr. od przodka, a pochylnie, po których węgiel się opuszcza, powinny być ciągle wilgotne na całej długości.

Do zraszania używa się zawsze wodę kopalnianą, oczyszczoną poprzednio w zbiornikach, a jeżeli wody kopalnianej nie wystarczy, co się zdarza bardzo rzadko, to należy sprowadzić ją z powierzchni. Mniej więcej na każde 100 tonn wydobytego węgla potrzeba jest od 14 do 15 metr. sześć. wody.

Przodki zraszają w ten sposób, że wiercą w nich po 2 lub 3 otwory, na 1 do 2 metr. głębokie i zatykają drewnianymi korkami, przez które przechodzą rury od wodociągu 13 mm. w świetle. Woda wtłacza się pod ciśnieniem od 5 do 10 atmosfer w ciągu 8-miu godzin i tym sposobem węgiel zwilża się na znaczną głębokość. W węglach jednak obfitujących w szczeliny, jak również i w węglach bardziej twardych, ten sposób nie wystarcza, potrzeba więc przodek, jak również i urabiany z niego węgiel zraszać ręcznie tem silniej, im on więcej daje pyłu.

Na pochylniach i w chodnikach głównych układają rury od 50 do 80 mm. w świetle i mniej więcej co 50 – 80 metr. urządzają hydranty, do których dopasowują węże gumowe, mające połowę tej długości. Zapomocą tych węzów zraszają 2—3 razy dziennie boki piętra i spodek, a także spłukują pył z obudowy.

Oznaczenie ilości potrzebnego dla kopalni powietrza.

Widzieliśmy wyżej, że powietrze w kopalni ciągle się psuje, aby więc mogło być zdatnem do oddychania, musi być stale odnawianem, to jest, że do kopalni musi ciągle przypływać taka ilość świeżego powietrza, która byłaby w stanie pochłaniać i unosić z sobą wszystkie wydzielające się w niej gazy, w miarę ich tworzenia się. Zachodzi więc pytanie, jaką ilość powietrza należy wprowadzać do kopalni, aby warunki zdrowotne były w niej znośne i aby wybuchy gazu kopalnianego nie mogły mieć miejsca. Pod tym jednak względem zdania są dosyć podzielone i nie dziwnego, bo to zależy od wielu warunków, a warunki te w różnych kopalniach są tak różne, że trudno jest dać jakąś pewną stałą cyfrę, któraby mogła być przyjętą dla wszystkich kopalni.

W kopalniach, w których wydziela się gaz wybuchający, ilość wprowadzanego powietrza przedewszystkiem zależy od ilości wydzielającego się gazu, bo, jak widzieliśmy, gaz kopalniany wtedy tylko nie będzie przedstawiał niebezpieczeństwa, jeżeli, w miarę swojego wydzielania się, będzie rozcieńczony odpowiednią ilością powietrza i w tym stanie unoszony na zewnątrz.

W kopalniach, w których się gaz wybuchający nie wydziela, ilość niezbędnego dla zdrowotności kopalni powietrza zależy od ilości zatrudnionych w niej robotników i ilości koni zajętych przy przewozie podziemnym, a więcej jeszcze od ilości zużywanych w kopalni materiałów wybuchowych, dalej od obszaru wyrobisk i przestrzeni na jakiej one są zgrupowane, wreszcie od ilości wydobywanego w danej kopalni minerału.

Widzieliśmy, że powietrze kopalniane psuje się z dwóch przyczyn: wskutek zużycia zawierającego się w niem tlenu, albo też wskutek domieszki gazów nie podtrzymujących oddychania, chociaż psucie się powietrza wskutek zmniejszania się ilości tlenu, w porównaniu z zanieczyszczeniem go gazami szkodliwymi, wydzielającymi się w kopalni, jest bardzo nieznaczne.

Człowiek gdy pracuje, zużywa na godzinę 27,2 litrów tlenu, a gdy odpoczywa, tylko 20,8 litr., średnio więc można przyjąć, że człowiek zużywa w ciągu godziny 24,35 litr. tlenu. Jak wiemy, czyste powietrze zawiera $\frac{21}{100}$ części na objętość $\frac{79}{100}$ azotu, a ponieważ, na zasadzie tego, co wyżej powiedzieliśmy, możemy przyjąć, że z całej ilości tlenu zawierającego się w powietrzu, czło-

wiek może zużyć na oddychanie, bez szkody dla swego zdrowia, $\frac{2}{100}$ części, to ilość x powietrza niezbędnego dla każdego człowieka w ciągu godziny możemy znaleźć z równania

$$24,35 = \frac{x \cdot 2}{100}$$

$$x = 1,218 \text{ metr. sześć.}$$

Przyjąwszy na potrzebę jego lampy taką samą ilość, otrzymamy, że górnik razem ze swoją lampą potrzebuje na godzinę 2,436 metr. sześć. powietrza.

Jeżeli teraz, opierając się na doświadczeniach przeprowadzonych przez Schondorfa, przyjmiemy, że ilość tlenu zużywanego przez górników, razem z ich lampami, wynosi tylko $\frac{1}{17}$ całkowitej ilości, jaka się wogóle zużywa w kopalni, to ilość powietrza niezbędnego dla każdego górnika pracującego w kopalni wyniesie $17 \times 2,436 = 41,412$ metr. sześć. na godzinę. Jak zobaczymy jednak dalej, ta ilość jeszcze jest bardzo niedostateczną.

Przy wybuchu prochu tworzą się następujące gazy ¹⁾:

CO ₂	32,13 %
CO ,	33,75 „
N	19,03 „
H ₂ S	7,10 „
H	5,24 „
CH ₄	2,75 „
	<hr/>
	100,00 %

Wszystkie te gazy nie podtrzymują oddychania, a 40,85% z nich są prócz tego bardzo trującami.

Teoretycznie 1 gram prochu przy spaleniu wytwarza 331 ctm. sześć. gazów przy temp. 0°, a więc przy użyciu jednego kilograma prochu wydziela się 3,31 metr. sześć. gazów, które przy temperaturze 20° zajmują przestrzeń 3,31 $(1 + 20 \cdot 0,003665) = 3,55 \text{ m}^3$.

Przyjmując, że dlatego aby te gazy nie wywierały szkodliwego wpływu na zdrowie robotników, powietrze wychodzące z kopalni nie powinno ich zawierać więcej nad 0,06%. Jeżeli więc w kopalni zużywa się jeden kilogram prochu na minutę, to dla rozcieńczenia gazów powstających przy spalaniu się tej ilości prochu potrzeba wprowadzać po $1666 \times 3,55 = 5914,30$ metr. sześcienn. powietrza świeżego na minutę. Należy jednak zauważyć, że cyfra 0,06% jest cokolwiek przesadzoną.

¹⁾ Demanet. Traité d'exploitation des mines II édition. Tom II, str. 61.

Według Callon'a ¹⁾ dla człowieka wystarcza 35 — 40 litrów powietrza na minutę, a drugie tyle potrzeba jest dla jego lampy. Dla konia Callon przyjmuje 3 razy większą ilość, aniżeli dla człowieka.

Demagnet ²⁾ przyjmuje bardzo małą cyfrę 25 metr. sześcienn. na człowieka i godzinę, z których 14 do oddychania i rozpuszczenia wydzielin jego skóry, 7 dla lampy i 4 metr. do uniesienia miazmów.

Przy budowie tunelu Mont-Cenis dla każdego robotnika dostarczano 10 m³ powietrza na godzinę, dla jego lampy 7 m³, a dla wydalenia gazów powstających przy spalaniu 1 kg. materiałów wybuchowych potrzeba było 250 m³ powietrza ³⁾. Ilość ta jednak jest stanowczo niedostateczną, czego najlepszym dowodem było to, że wszyscy pracujący przy budowie tunelu Mont-Cenis robotnicy cierpieli na chorobę tunelową.

Dziś dosyć powszechnie przyjmują jako najmniejszą ilość powietrza niezbędną dla człowieka w ciągu 1 minuty 3 m³. Ta ilość przyjęta jest w przepisach górniczych dla Saksonii ⁴⁾. W Belgii przyjmują dla każdego człowieka od 30 do 50 litr. na sekundę powietrza przypływającego do przodków, to jest 1,8 do 3 m³ na minutę.

Komisya austriacka, która zajmowała się kwestyą wybuchów gazu kopalnianego, zadawała się 2 m³ powietrza dla każdego człowieka na minutę, ale tylko dla tych kopalni, w których gazu wybuchającego wydziela się bardzo mało i z zastrzeżeniem, że w powietrzu wychodzącem z kopalni ma się znajdować nie więcej nad 1% gazu wybuchającego. Na konia zaś przyjmuje ilość 4 razy tak wielką jak na człowieka. Taż sama komisya żąda, aby ilość powietrza była zwiększoną co najmniej do 3 m³ dla każdego człowieka na minutę, jeżeli w powietrzu wychodzącem z kopalni znajduje się gazu wybuchającego od 1 do 2% i nareszcie 4 m³ powietrza dla każdego człowieka na minutę, jeżeli powietrze wychodzące z kopalni zawiera więcej niż 2% gazu wybuchającego.

Na Szląsku Górnym, gdzie przy urabianiu węgla zużywa się bardzo dużo materiałów wybuchowych, przyjmują 4 m³ powietrza

¹⁾ Callon. Cours d'exploitation des mines. Paris 1874, t. II, str. 411.

²⁾ Demagnet, t II, str. 337.

³⁾ Wabner. Die Beweterung der Bergwerke, str. 66.

⁴⁾ Haton de la Goupillière. Cours d'exploitation des mines, t. 2, str. 505.

dla każdego człowieka na minutę. Taka sama ilość powinna być przyjęta u nas w kopalniach węgla w zagłębiu Dąbrowskiem.

Wytworzenie przewiewu.

Ogólne pojęcie o przewietrzaniu. Pod przewietrzaniem rozumiemy doprowadzanie do kopalni potrzebnej ilości powietrza świeżego, przy jednoczesnem wydalanii powietrza zepsutego. Dlatego jednak, aby to było możebnem, potrzeba aby kopalnia łączyła się z powierzchnią ziemi co najmniej dwoma otworami i aby w niej był ciągły przewiew, to jest aby cała ilość znajdującego się w niej powietrza była w ciągłym ruchu. Wtedy świeże powietrze będzie przypływało przez jeden otwór, następnie, obchodząc wszystkie wyrobiska, będzie rozpuszczało wydzielające się w nich gazy i wychodząc przez otwór drugi, będzie je unosiło nazewnątrz. Tego rodzaju ruch powietrza może mieć miejsce tylko wtedy, jeżeli w jednym z otworów łączących kopalnię z powierzchnią ziemi powietrze będzie rozrzedzone lub zgęszczone, skutkiem czego ono przez drugi otwór zacznie wchodzić lub z niego wychodzić.

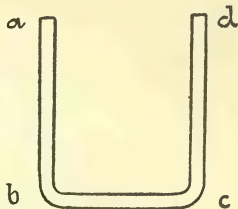


Fig. 806.

Zasadę przewietrzania najłatwiej zrozumieć badając ruch powietrza w rurze *a b c d* (fig 806), końce której są zagięte do góry pod kątem prostym. Jeżeli w tej rurze słup powietrza w ramieniu *a b* z jakiegokolwiek przyczyny, czy to wskutek nagrzania, lub też wskutek ssania, zostanie rozrzedzonym, jego ciężar właściwy zmniejszy się, wskutek czego powietrze w ramieniu *a b* zacznie podnosić się do góry i wychodzić na zewnątrz przez otwór *a*. Lecz ponieważ w tej samej chwili na masę powietrza, zawartą w ramieniu *d c*, ciśnienie przez otwór *d* powietrze atmosferyczne, które jest cięższe od powietrza rozrzedzonego w ramieniu *a b*, to dzięki temu ciśnieniu, słup powietrza *d c* zacznie się opuszczać i tym sposobem powstanie ruch powietrza w całej rurze *a b c d* w kierunku od *d* ku *a* i ruch ten będzie miał miejsce dotąd, dopóki słup powietrza w ramieniu *a b* będzie rozrzedzany.

Oczywiście, że taki sam ruch powietrza będzie miał miejsce w rurze *a b c d* jeżeli, zamiast rozrzedzać powietrze w ramieniu *a b*, będziemy go zgęszczali w ramieniu *d c*, bo wtedy ono ciężarem

swoim zacznie wypychać powietrze z rury $d c b a$, zmuszając słup $b a$ podnosić się do góry.

W ten sam sposób jak w rurze $a b c d$, odbywa się ruch powietrza w kopalni, przyczem stosownie do tego czy masa powietrza kopalnianego porusza się sama przez się, jedynie tylko wskutek różnicy temperatury powietrza na powierzchni i w kopalni, lub też ruch powietrza w kopalni wywołuje się sztucznie, odróżniając przewiew naturalny i przewiew sztuczny.

Dla dokładnego zrozumienia przewietrzania wyrobisk podziemnych przedewszystkiem należy mieć ogólne pojęcie o ruchu gazów, tem się więc teraz zająć musimy.

Ogólne pojęcia o ruchu gazów.

Ciśnienie powietrza. Ciśnienie powietrza mierzy się barometrem i wyraża się równaniem

$$C = h \times p,$$

to jest ciśnienie C równa się wysokości słupa powietrza h , pomnożonej przez jego ciężar p . Jeżeli do mierzenia ciśnienia używa się barometr rtęciowy, to ponieważ jeden metr sześcienny rtęci, przy temperaturze 0° , waży 13598 kilogramów, to ciśnienie powietrza przy temperaturze 0° na jeden metr kwadratowy powierzchni wyrazi się równaniem

$$C = h \times 13598 \text{ kg}$$

Ponieważ rtęć, przy ogrzaniu o jeden stopień ciepła, rozszerza się o $\frac{1}{5550}$ swej objętości, więc ciśnienie powietrza na jeden metr kwadratowy powierzchni przy temperaturze t wyrazi się równaniem

$$C = h \times 13598 \times \frac{5550}{5550 + t}.$$

Przyjąwszy wysokość słupa rtęci $h = 0,75$ metr., otrzymamy, że

$$\text{przy } t = 0^{\circ} \quad C = 10198,50 \text{ kg}$$

$$\text{a przy } t = 16^{\circ} \quad C = 10162,08 \text{ kg}$$

czyli że różnica w ciśnieniu powietrza przy temperaturze 16° i przy temperaturze 0° wynosi 36,42 kg. na metr kwadratowy. Widzimy więc, że przy spostrzeżeniach barometrycznych nie można nie zwracać uwagi na temperaturę.

Często wypada oznaczyć różnicę ciśnień w dwóch różnych przestrzeniach, taką różnicę można oznaczyć zapomocą barometru,

mierząc najprzód ciśnienie w jednym miejscu, a następnie w drugim, jeżeli jednak różnica ciśnień jest niewielką, w takim razie różnica wysokości słupa rtęci w barometrze, przy pierwszym i drugim spostrzeżeniach, wypadnie zaledwie parę milimetrów, łatwo więc może wkraść się pomyłka, dlatego też w podobnych wypadkach lepiej jest posilkować się manometrem.

Najprostszy manometr, który się najczęściej używa w kopalniach, przedstawia rurkę szklaną, zgiętą, jak wskazuje figura 807, dwa ramiona której służą do połączenia ich z dwoma przestrzeniami, w których potrzeba zmierzyć różnicę ciśnień. Przed użyciem do rurki nalewają wody, a następnie koniec rurki *b* łączą z przestrzenią *T* oddzieloną tamą. Jeżeli ciśnienie powietrza przed tamą będzie takie same jak i za tamą, woda w obu ramionach rurki zatrzyma się na jednym i tym samym poziomie. Jeżeli zaś ciśnienie za tamą *T* jest większe, poziom płynu w ramieniu *a* podniesie się, a różnica poziomów w obu ramionach wskaże różnicę ciśnień w przestrzeniach przed tamą i za tamą.

Jeżeli do rurki była nalana woda destylowana, mająca 4° ciepła, ciśnienie *C* wyrazi się równaniem:

$$C = h \times 1000$$

a jeżeli $h = 1$ mm., to

$$C = 0,001 \times 1000 = 1 \text{ kg.}$$

Skąd wypada, że każdy milimetr wysokości słupa wody odpowiada ciśnieniu jednego kilogramu na metr. kwadratowy. Taki manometr jest instrumentem bardzo prostym i dlatego bardzo często używanym.

Woda podobnie jak i rtęć rozszerza się przy nagrzewaniu, ale to rozszerzenie jest bardzo nieznaczne (bo tylko $\frac{1}{2200}$ na 1° C.), można go więc nie przyjmować w rachubę.

Tego rodzaju manometry nie dają jednak dobrych rezultatów jeżeli bowiem płyn, jakim jest napełniona rurka, macza jej ściany, jak np. woda, wtedy on podnosi się wzdłuż ścian rurki daleko wyżej, aniżeli w jej środku, tworząc powierzchnię wklęsłą, przyczem głębokość wklęsnięcia dochodzi do 2 mm. Jeżeli zaś płyn nie macza ścian rurki, jak np. rtęć, lub, przy napełnieniu wodą, jeżeli

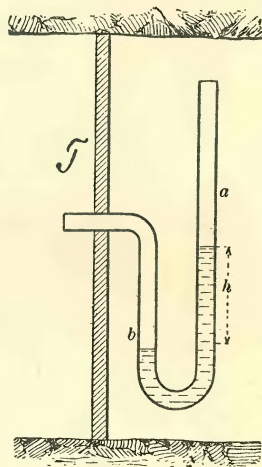


Fig. 807.

ściany rurki są pokryte tłuszczem, to powierzchnia płynu w rurce ma kształt wypukły. Aby zmniejszyć tę niedokładność, należy brać rurkę o większej średnicy.

Manometr Vaux. Używa się wtedy gdy ciśnienie ma być zmierzone z większą dokładnością. Składa się on z naczynia cylindrycznego $A\ C$ (fig. 808) z otworem B , umieszczonym po środku i otoczonym ściankami niedochodzącymi do dna naczynia. Górna część naczynia jest opatrzona dwoma rurkami, z kranami $r\ r_1$ zapomocą których można tę część naczynia połączyć z atmosferą zewnętrzną, lub też z atmosferą za tamą T , za którą ciśnienie zmierzyć potrzeba. Do naczynia nalewa się wody, a następnie w otworze B umieszcza się pływak f , zawieszony na sznureczku jedwabnym, do drugiego końca którego jest przyczepiona przeciwwaga q , zrównoważająca ciężar pływaka. Sznureczek od pływaka przechodzi przez krążek n , na osi którego jest osadzona lekka skalówka x , wskazująca

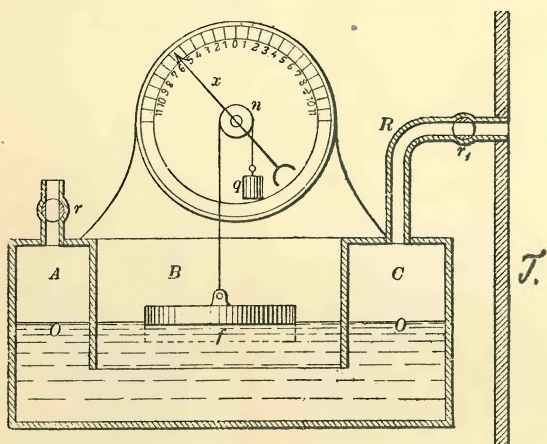


Fig. 808.

zmiany poziomu wody. Jeżeli otworzymy kran r , łączący górną część naczynia z atmosferą zewnętrzną, woda w całym naczyniu będzie się znajdowała na jednym poziomie, zupełnie tak samo jak w rurce o dwóch ramionach, a skalówka będzie wtedy wskazywała zero. Jeżeli zaś zamknijemy kran r , a otworzymy kran r_1 , łączący część naczynia $A\ C$ z przestrzenią za tamą T , skalówka x wskaże nam ciśnienie gazów za tamą.

Przyrząd ten przedstawia jedną niedogodność, a mianowicie, że sznureczek jedwabny może się ślizgać na krążku n , niedogodność ta jednak nie jest tak wielką, bo zamykając kran r_1 i otwierając kran r , możemy zawsze skalówkę x przesunąć do zera i doświadczenie powtórzyć.

Wszystkie wyżej opisane przyrządy przedstawiają jedną wielką niedogodność, a mianowicie, że odczytanie wysokości słupa wody w manometrze jest nadzwyczajnie trudne, ponieważ ta wysokość wskutek zmian ciśnienia i innych przyczyn ciągle się zmienia i przez to poziom wody w rurce ciągle się podnosi lub obniża. Zmiany ciśnienia, powodujące wahania się poziomu wody, szczególnie często następują wtedy, gdy przewietrzanie odbywa się za pomocą wentylatorów o objętości zmiennej. W podobnych warunkach bardziej dokładne oznaczenie ciśnienia gazów jest prawie niemożliwe. Wprawdzie przez długi czas pomagano sobie w ten sposób, że wyprowadzano średnią cyfrę z kilku spostrzeżeń, a mianowicie, jeżeli największe ciśnienie było H a najmniejsze h , to brano średnie $\frac{H+h}{2}$. Ten jednak spo-

sób nie jest dobry, bo rezultaty tą drogą otrzymane wtedy tylko mogą być zbliżone do rzeczywistości, jeżeli manometr wskazywał przez taki sam przeciąg czasu największe ciśnienie jak i najmniejsze, lub też jeżeli był przyjęty w rachubę czas trwania największego i najmniejszego ciśnienia.

Wahania się poziomu wody można wprawdzie zmniejszyć wrzucając do poziomej rurki manometru kilka ziarek śrutu, ale

ten sposób nie jest pewny, bo można zupełnie zatkać rurkę, lepiej więc jest używać manometru z rurkami pionowymi o większej średnicy i z rurką poziomą o średnicy zmniejszonej. Taki właśnie manometr zbudował Guibal.

Manometr Guibal'a (fig. 809). Manometr Guibal'a składa się z dwóch rurek szklanych A B o większej średnicy, ustawionych pionowo w oprawie metalicznej i połączonych cieńszą rurką poziomą, opatrzoną kranem r , który dowolnie można otwierać i zamykać. Rurki A B u góry są zakończone oprawami metalicznymi, w które są wstawione cienkie rurki. Jedna z tych rurek, a mianowicie rurka w ramieniu A , jest otwartą i służy do połączenia manometru z atmosferą zewnętrzną, a na drugą nakłada się rurka

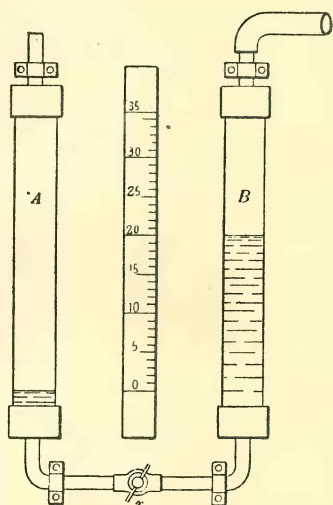


Fig. 809.

kauczukowa, służąca do połączenia manometru z przestrzenią w której ciśnienie gazów ma być zmierzone. Pomiedzy rurkami *A* i *B* jest umieszczona skala, którą można przesuwac w kierunku

pionowym. Kran *r* służy do zapobieżenia zbyt silnym wahaniom poziomu wody w rurkach *A* i *B*. Przemykając ten kran, zmniejszamy otwór, przez który rurki *A* i *B* łączą się z sobą, a więc zmniejszają się i wahania poziomów wody w rurkach.

Manometr Maess'a z pływającą skalą do mierzenia stopnia rozrzedzonego powietrza (fig. 810). Składa się z szerokiej rury pionowej *a*, kształtu owalnego, połączonej pomocą króciutkiej rurki poziomej, z bardzo cienką i u góry otwartą rurką *c*. Wewnątrz szerokiej rury *a* znajduje się skala ruchoma, umieszczona na pływaku w ten sposób, że zero na skali zawsze wskazuje poziom wody w rurze szerokiej *a*. Wierzchni koniec tej rury zakończony jest oprawą metaliczną, do której dopasowuje się rurka kauczukowa, służąca do połączenia przyrządu z przestrzenią, w której stopień rozrzedzenia powietrza ma być zmierzony. Jeżeli powietrze w rurze *a* zostanie rozrzedzone, poziom wody w niej, a z nim i zero podziałki, podniesie się do góry, a poziom wody w cienkiej rurce *c* opuszczy się na dół, różnica więc poziomów może być odczytana na skali. Cały przyrząd jest przytwierdzony do deseczki *d*, razem z którą może być zawieszony.

Okoliczności, na które należy zwracać uwagę, posługując się manometrem. Posługując się manometrem, niezbędną jest rzeczą zwracać uwagę na sposób połączenia manometru z przestrzenią, w której ciśnienie ga-

zów ma być zmierzone. Jeżeli powietrze w tej przestrzeni jest w zupełnym spokoju, w takim razie manometr zawsze wskaże rzeczywistą różnicę ciśnień, bez względu na to, w jaki sposób będzie z nią połączony, lecz co innego będzie jeżeli powietrze, którego ciś-

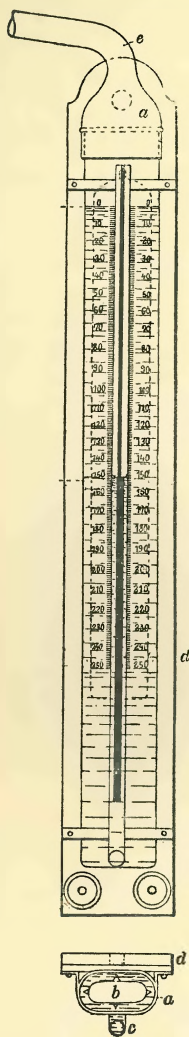


Fig. 810.

nienie oznaczyć pragniemy, znajduje się w ruchu, a to się właśnie zdarza najczęściej gdy chodzi o przewietrzanie kopalni.

Wiemy z hydrauliki, że ciśnienie płynu na ściany przewodu, przez który ten płyn przepływa, zmniejsza się o tę siłę, jaka jest potrzebną do wprowadzenia płynu w ruch. Przedstawmy sobie, że przez tamę T (fig. 811) przechodzą 3 rurki od manometrów № 1, № 2 i № 3 i każda z nich ma inne położenie. W położeniu, jakie zajmuje rurka № 1 zakrzywiony koniec rurki jest równoległy do kierunku w jakim płynie strumień powietrza, a otwór w rurce zwrócony w stronę przeciwną do tego kierunku. Jeżeli przez P nazwiemy ciśnienie wskazane przez manometr, przez v prędkość, z jaką powietrze przepływa za tamą T , a przez h całkowite ciśnienie powietrza za tamą T , to przy tem położeniu rurki $P=h$.

Jeżeli rurka od manometru jest w ten sposób umieszczoną jak wskazuje № 2, to jest jeżeli powietrze przepływa w kierunku prostopadłym do osi rurki i równoległe do płaszczyzny otworu rurki $P=h - \frac{v^2}{2g}$, czyli

$h=P + \frac{v^2}{2g}$, to jest, że aby otrzymać prawdziwy rezultat do ciśnienia jakie wskazuje manometr, należy dodać $\frac{v^2}{2g}$.

Nareszcie jeżeli koniec rurki od manometru będzie w ten sposób umieszczony jak wskazuje № 3, w takim razie

$$P=h - \frac{2v^2}{2g} = h - \frac{v^2}{g}.$$

Zwykle prędkość, z jaką powietrze przepływa jest nieznaczną, dlatego można jej nie brać w rachubę, w każdym jednak razie, aby mieć rezultaty dokładne, należy koniec rurki od manometru osadzać w ten sposób jak wskazuje № 1.

Mierzenie strumienia powietrza. Jeżeli przez Q oznaczymy objętość powietrza przepływającego przez dany chodnik w ciągu jednej sekundy, przez S — płaszczyznę poprzecznego przekroju tego chodnika i przez v — prędkość ruchu powietrza, to

$$Q = S v \text{ metr. sześcienn.}$$

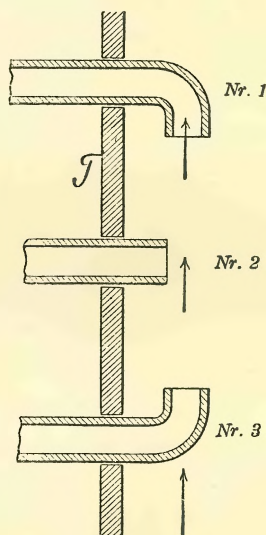


Fig. 811.

Mierzenie prędkości strumienia. Mierzenie prędkości strumienia przepływającego powietrza może się odbywać dwojakim sposobem: 1) oznaczając czas, jaki powietrze potrzebuje do przebycia drogi, długość której jest nam dokładnie znaną i 2) mierząc bezpośrednio prędkość, z jaką powietrze przepływa przez dane miejsce w chodniku. W pierwszym wypadku potrzeba przypuszczać, że przekrój chodnika, przez który powietrze przechodzi, jest jednakowy na całej długości. W drugim potrzeba zmierzyć płaszczyznę poprzecznego przekroju chodnika tylko w jednym miejscu. Dokładne oznaczenie prędkości strumienia powietrza za pomocą pierwszego z tych sposobów jest trudniejsze, bo w kopalniach bardzo rzadko zdarzają się chodniki zupełnie prawidłowe, o jednakowym przekroju na znaczniejszej długości, należy więc do doświadczeń wybierać tylko te części chodników, które są omurowane.

Mierzenie prędkości strumienia powietrza za pomocą oznaczenia czasu, jaki powietrze potrzebuje na przebycie pewnej drogi. Jeżeli przez E oznaczmy drogę, jaką powietrze przechodzi, a przez T — czas potrzebny na przebycie tej drogi, to prędkość V otrzymamy w równaniu:

$$V = \frac{E}{T}.$$

Ponieważ jednak nie można widzieć jak powietrze odbywa tę drogę, potrzeba więc użyć ciał lekkich, które ono z sobą unosi. Do tego celu może służyć puch, który powietrze łatwo unosi i który może być łatwo spostrzeżony, przy czem przyjmuje się, że pióra biegną z taką samą szybkością jak i powietrze, które je unosi.

Samo doświadczenie odbywa się następującym sposobem: Dwie osoby zatrzymują się w chodniku w pewnych umówionych miejscach, w odległości 100 lub 200 metr. jedna od drugiej, przy czem każdy z nich ma zegarek z sekundnikiem. W danej chwili, na umówiony sygnał, osoba stojąca bliżej tego miejsca, z którego powietrze przypływa, rzuca garść pierza, druga zaś osoba śledzi ile sekund upłynie od chwili kiedy pióra były rzucone, aż do chwili gdy one dojdą do niego. Z początku on zobaczy tylko kilka pierwszych piórek, potem całą ich masę i wreszcie kilka ostatnich piórek. To dowodzi, że nie wszystkie pióra biegły z jednakową szybkością, czyli, że nie cała masa powietrza płynie z jednakową szybkością.

Notują czas przybycia pierwszych i ostatnich piórek, co odpowiada największej i najmniejszej szybkości i biorą wartość śre-

dnia. Ponieważ jednć trudno jest dokładnie oznaczyć czas kiedy ostatnie piórka zostaną przyniesione, bo zwykle widzi się je za późno, oznaczona więc tym sposobem szybkość zwykle jest mniejszą od rzeczywistej.

Oznaczenie prędkości zapomocą dymu prochowego. W ten sam sposób można oznaczyć prędkość strumienia powietrza, spalając pewną ilość prochu, którego dym powietrze z sobą unosi. Sposób zaś ten jest pod tym względem lepszy, że dym prochowy można nie tylko widzieć ale i poczuć, a prócz tego dym nie przylega tak jak pierze do wilgotnych ścian chodnika. Zamiast prostego spalania prochu, osoba robiąca doświadczenie może na umówiony sygnał wystrzelić z pistoletu, chociaż tego sposobu nie można bardzo zalecać, bo wystrzał może spowodować zmianę szybkości, dlatego też używając go, nie należy strzelać ani naprzód, ani w tył, tylko w bok.

Można także oznaczyć prędkość strumienia powietrza zapomocą eteru; flaszeczkę z którym jeden z robiących doświadczenie rozbija na dany sygnał.

Należy jednak zwrócić uwagę, że dwa ostatnie sposoby dają rezultaty tylko bardzo przybliżone, ponieważ pary eteru, jak równie i dym prochowy mają do pewnego stopnia ruch niezależny od ruchu powietrza.

Sposób zapomocą lampy otwartej. Sposób ten polega na tem, że osoba robiąca doświadczenia przechodzi w kierunku strumienia powietrza, z lampą otwartą, 100 lub 150 metr., z taką prędkością, aby płomień lampy pozostawał się ciągle pionowym, oczywiście, że wtedy prędkość z jaką się idzie, jest równą prędkości płynącego strumienia powietrza.

Mierzenie bezpośrednie prędkości strumienia płynącego powietrza. Wszystkie wyżej opisane sposoby mierzenia prędkości strumienia powietrza dają tylko bardzo przybliżone rezultaty, lepiej więc jest mierzyć ją bezpośrednio, w pewnem oznaczonem miejscu, co się skutecznie zapomocą przyrządów zwanych *Anemometrami*. Sposób ten jest znacznie lepszy, ale jeszcze nie bezwzględnie dobry, chociaż zapomocą ulepszonych anemometrów, jakie dziś wyrabiają, można już otrzymać zadawalniające rezultaty.

Anemometr Dickinson'a (fig. 812 i 813) składa się z ramy *a*, wewnątrz której jest zawieszona, na czopach *c*, druga leciutka rama *b*, ciężar której jest zrównoważony zapomocą przeciwwagi *f* i na którą jest naciągnięta przepona *l*. W spokojnem powietrzu ra-

ma b wisi pionowo, lecz przy najmniejszym wietrze odchyła się, tworząc z płaszczyzną pionową kąt tem większy, im prędkość strumienia płynącego powietrza jest większa. Do oznaczenia wielkości kąta odchylenia służy półkole K , podzielone na stopnie, przy czem każdy stopień odpowiada pewnej prędkości strumienia, ozna-

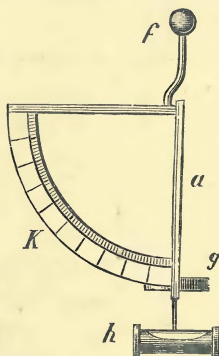


Fig. 812.

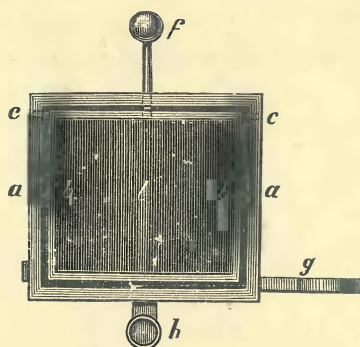


Fig. 813.

czonej zapomocą bezpośredniego doświadczenia, g —rączka do trzymania anemometru, h —poziomnica.

Anemometr Biram'a (fig. 814). Przedstawia małeńki wentylator ze skrzydłami obracającymi się około osi poziomej, które są osadzone w ten sam sposób jak skrzydła w wiatrakach. Umieszczając przyrząd w strumieniu płynącego powietrza, koło ze skrzydłami zaczyna się obracać i prędkość jego obrotu będzie tem większą, im większym będzie pęd, to jest prędkość powietrza. Anemometr jest opatrzony przyrządem wskazującym ilość obrotów. Prędkość powietrza wyprowadza się z równania:



Fig. 814.

$$v = an + b,$$

w którym v oznacza prędkość w metrach na sekundę, n , liczbę obrotów na sekundę, a i b — wartości stałe, oznaczone zapomocą doświadczenia dla każdego oddzielnego przyrządu.

Wartości dla a i b oznaczają się następującym sposobem. Umieszczają anemometr na końcu ramienia kieratu, który może być obracany z dowolną prędkością, następnie zaczynają kierat

obracać z pewną ściśle oznaczoną prędkością i odczytują liczbę obrotów jaką zrobił anemometr. Otrzymują więc równanie

$$v = an + b,$$

w którym v i n są wiadome. Następnie puszczają kierat z prędkością większą i otrzymują drugie równanie

$$v_1 = an_1 + b,$$

w którym znowu są widome v_1 i n_1 . Tym sposobem otrzymują 2 równania z dwoma niewiadomymi a i b , które rozwiązując, otrzymamy wartości dla a i b .

Anemometr Casell'a (fig. 815), zbudowany na tej samej zasadzie co i anemometr Biram'a, ale dogodniejszy od niego pod tym względem, że prędkość ruchu powietrza odczytuje się wprost na przyrządzie zegarowym do liczenia, nie potrzeba więc posilkować się formułami praktycznymi. Jest to wiatraczek, o ośmiu skrzydłach aluminiowych, osadzonych na osi w ten sposób, że tworzą kąt 30° z płaszczyzną pionową prostopadłą do osi. Na tej samej osi znajduje się śruba bez końca, łącząca wiatraczek z przyrządem zegarowym do liczenia, wskazówka którego wskazuje liczbę obrotów zrobionych przez wiatraczek. Ta zaś liczba obrotów jest jednocześnie prędkością strumienia powietrza, wyrażoną w metrach na sekundę. Duża wskazówka pokazuje liczbę metrów, a dwie mniejsze liczbę setek i tysięcy metrów. Drażek a służy do zatrzymywania przyrządu zegarowego. Przed zaczęciem spostrzeżeń należy zapisać położenie wskazówek, a dopiero potem drażek a przesunąć i przyrząd do liczenia w ruch puścić. Do znalezionej długości w metrach należy jeszcze dodać pewną stałą liczbę, oznaczoną dla każdego przyrządu, jest to współczyn-

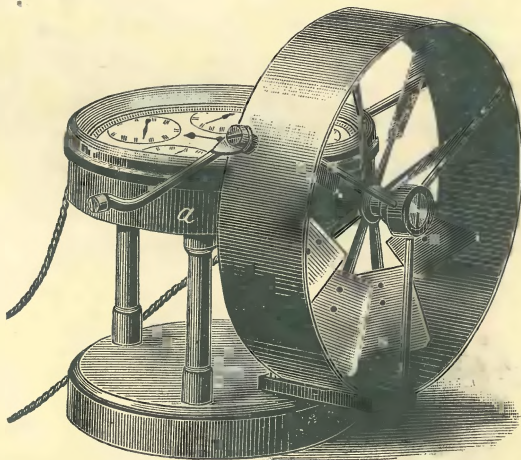


Fig. 815.

cząca wiatraczek z przyrządem zegarowym do liczenia, wskazówka którego wskazuje liczbę obrotów zrobionych przez wiatraczek. Ta zaś liczba obrotów jest jednocześnie prędkością strumienia powietrza, wyrażoną w metrach na sekundę. Duża wskazówka pokazuje liczbę metrów, a dwie mniejsze liczbę setek i tysięcy metrów. Drażek a służy do zatrzymywania przyrządu zegarowego. Przed zaczęciem spostrzeżeń należy zapisać położenie wskazówek, a dopiero potem drażek a przesunąć i przyrząd do liczenia w ruch puścić. Do znalezionej długości w metrach należy jeszcze dodać pewną stałą liczbę, oznaczoną dla każdego przyrządu, jest to współczyn-

nik tarcia przyrządu. Ten współczynnik po największej części wynosi 10 na każdą minutę, w ciągu której robiło się spostrzeżenia.

Anemometr najlepiej przytwierdzać do statywu w kształcie pręta osadzonego w szerokiej podstawie i urządzonego w ten sposób, że można go podwyższać i zniżać.

Przy drążku *a* znajdują się jeszcze sznureczki, zapomocą których przyrząd zegarowy można puszczać w ruch z pewnej odległości. Jest to niezbędne, ponieważ robiący spostrzeżenia swoją osobą może zmniejszać przekrój chodnika lub szybu, przez który powietrze przepływa. Spostrzeżenia dosyć robić w ciągu 3—4 minut.

Sposób użycia anemometrów. Podobnie jak w rzekach woda w niektórych miejscach płynie prędzej, w innych wolniej a jeszcze w innych wiruje, lub nawet płynie w stronę przeciwną i w kopalni są miejsca, w których strumień powietrza nie płynie prawidłowo i w których wskutek tego nie można oznaczyć prawdziwej prędkości jego biegu. Dla pomiarów należy wybierać części chodników proste z prawidłową płaszczyzną poprzecznego przekroju i gładkimi ścianami, a więc przy obudowie drzewnej, ze ścianami obitymi deskami na przestrzeni od 6 do 8 metr., lub jeszcze lepiej ze ścianami omurowanemi.

Nigdy nie należy robić pomiaru przed zakrzywieniem lub za zakrzywieniem chodnika, jak również przed drzwiami wentylacyjnymi i za niemi, osoba zaś robiąca pomiar powinna stać w niszy, wyrobionej w boku chodnika, aby swoim ciałem nie zatrzymywała biegu strumienia. Dla pomiarów jakie robią w celu oznaczenia prędkości strumienia powietrza w wielu kopalniach urządzają osobne stacye, powtarzając pomiary przynajmniej co pół roku, a w kopalniach, w których się wydziela gaz wybuchający nawet co miesiąc, przyczem rezultaty pomiarów zapisują do dziennika, który się umyślnie w tym celu prowadzi.

Również należy powtarzać pomiary po przeprowadzeniu każdego nowego chodnika, który może wpływać na zmianę warunków przewietrzania. Pomiary strumienia powietrza wychodzącego z kopalni uskuteczniają w kanale ssącym wentylatora, który przystosowują do tego celu, robiąc go dostatecznie długim i zaopatrując go w odpowiednio urządzone okno, lub oświetlając go elektrycznością. Nareszcie pomiary należy wykonywać wtedy, gdy w kopalni jest najmniejszy ruch, bo przy ożywionym przewozie w chodnikach, toczące się wozy znacznie zmniejszają przekrój chodnika i powodują raptowne zatrzymanie strumienia powietrza i rapt-

wne pędy powietrza. Toż samo ma miejsce i w szybie wyciągowym podczas ruchu klatek.

Sam pomiar anemometrem może być uskuteczniiony dwójakim sposobem, a mianowicie sposobem Combes'a i sposobem angielskim. Robiąc pomiar sposobem Combes'a, umocowują w poprzek chodnika dwie łaty drewniane, jedną na wysokości $\frac{2}{3}$ chodnika, a drugą na $\frac{1}{3}$ wysokości chodnika (fig. 816), a następnie anemometr ustawiają, na każdej łacie, po kolei w trzech miejscach: po środku chodnika i z boków, w równej odległości od środka. Sześć spostrzeżeń daje już rezultat średni dostatecznie dobry. Przy takich pomiarach często, szczególnie w obszerniejszych chodnikach, w różnych punktach jednego i tego samego przekroju, otrzymują się bardzo różne rezultaty. Jako przykład przedstawiamy rezultaty pomiaru wykonanego w chodniku mającym 1,80 metr. wysokości i 1,80 metr. szerokości (fig. 816) ¹⁾.

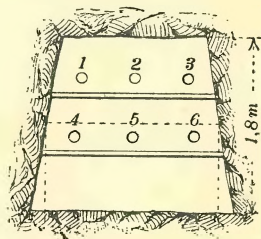


Fig. 816.

				Razem	Średnio
Nº 1 —1576 obrotów	Nº 2 —1602	Nº 3 —1625		4803 obr.	1601
Nº 4 —1557 „	Nº 5 —1383	Nº 6 —1410		4350 „	1450
Razem	3133 obrotów	2985	3035		
Średnio	1566 „	1492	1017		

Z tego przykładu widzimy, że prąd powietrza w tym chodniku ma największą szybkość u góry, a najmniejszą u dołu. Widzimy również jak wielką popełnionoby omyłkę, gdyby się zadowolono tylko jednym spostrzeżeniem.

Nie zawsze jednak strumień powietrza ma największą szybkość u góry a najmniejszą u dołu, jak tego dowodzi pomiar, rezultaty którego podajemy niżej i który był zrobiony w chodniku 1,50 m. wysokim i 1,20 m. szerokim.

				Razem	Średnio
Nº 1 —1827 obrotów	Nº 2 —1733	Nº 3 —1932		5492	1831
Nº 4 —1939 „	Nº 5 —1816	Nº 6 —1910		5665	1888
Razem	3766 obrotów	3549	3842		
Średnio	1883 „	1774	1929		

¹⁾ Guibal. Cours de Ventilation des mines, str. 322.

Przykłady te dowodzą, że prędkość strumienia powietrza w różnych punktach chodnika bywa bardzo rozmaita, dlatego też należy zawsze zrobić kilka spostrzeżeń i wziąć średnią.

Sposób angielski polega na tem, że osoba robiąca pomiar, trzymając anemometr w rękę w ten sposób aby skrzydła wiatraka były obrócone do kierunku wiatru, przesuwa go tam i napowrót, po całej płaszczyźnie przekroju chodnika, opisując zygzak, jak wskazuje fig. 817. Ten sposób jest bardzo dobry, ale wymaga pewnej wprawy, którą się jednak wkrótce nabywa. Najlepiej jeżeli pomiar robią dwie osoby, z których jedna przesuwa anemometr, a druga patrzy na zegarek z sekundnikiem i co pewien czas, np. co minutę, zatrzymuje i puszcza w ruch przyrząd do liczenia. Je-

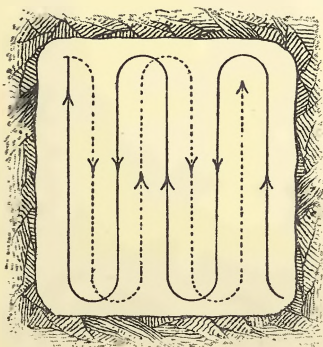


Fig 817.

dno takie spostrzeżenie jest więcej warte niż sześć spostrzeżeń wykonanych sposobem Combes'a, jeżeli zaś wykona się takich spostrzeżeń kilka i weźmie się przeciętny średni rezultat, w takim razie omyłka jest prawie niemożliwą.

Jeżeli prędkość strumienia powietrza jest tak małą, że prąd powietrza nie jest w stanie przezwyciężyć tarcia koła wiatraka, w takim razie należy ją mierzyć

sposobami wyżej wskazanymi zapomocą dymu prochowego lub eteru.

Oznaczenie oporu, jaki strumień przepływającego powietrza musi przewyciężać w kopalni.

Mając już oznaczoną objętość powietrza i jego ciśnienie, należy jeszcze oznaczyć opór, jaki wyrobiska w kopalni stawiają strumieniowi przepływającego przez nie powietrza. Oczywiście, że powietrze przepływając, wskutek działającego na nie pewnego ciśnienia, przez jakikolwiek przewód, musi doznawać oporu w swym ruchu, bez względu na to, jakie będą wymiary tego przewodu i jakie są właściwości jego ścian.

Teorya wskazuje, a doświadczenie potwierdza, że powietrze wtłaczane do przewodu nie przechodzi przez niego z tą prędkością, jakąby mu nadać powinno to ciśnienie, pod jakim ono się wtłacza. Nie ulega więc wątpliwości, że częściowa strata prędkości pochodzi tylko wskutek pewnej straty ciśnienia, część którego zostaje zużyta na przewyciężenie oporu.

Daubisson objaśnia to zjawisko następującym sposobem. Ponieważ opór powstaje wskutek tarcia powietrza o ściany przewodu, musi być on proporcjonalny do obszaru ich powierzchni, to jest do długości przewodu i do obwodu jego poprzecznego przekroju. Z drugiej strony im przekrój przewodu jest większy, tem mniejsza ilość cząsteczek powietrza przychodzi w zetknięcie ze ścianami przewodu, a więc opór, pochodzący od tarcia, rozdzieli się na większą liczbę cząsteczek, wskutek czego każda z nich i cała ich masa doznaje mniej przeszkód w swym ruchu, czyli że opór od tarcia będzie mniejszy. Tym więc sposobem opór jest w stosunku odwrotnie proporcjonalnym do ilości cząsteczek powietrza, a więc i do wielkości płaszczyzny przekroju przewodu. Nareszcie jest on proporcjonalnym do kwadratu prędkości strumienia, bo im prędkość strumienia jest większą, tem, w danym okresie czasu, więcej cząsteczek powietrza będzie przylegało do ścian przewodu, a więc tem więcej potrzeba będzie zużyć siły na ich oderwanie.

Na zasadzie tego cośmy powiedzieli, jeżeli oznaczymy przez L długość przewodu; przez S płaszczyznę przekroju przewodu; P jego obwód i V prędkość, z jaką strumień powietrza płynie, to opór R wyraża się następującem równaniem:

$$R = \frac{LPV^2}{S} \dots \dots \dots (1).$$

Wszystkie doświadczenia jakie były zrobione, szczególnie też doświadczenia wykonane przez Daubisson'a dowiodły, że opór, jakiego powietrze doznaje przechodząc przez rurę, jest proporcjonalny do długości rury, jej obwodu i do kwadratu z prędkości z jaką powietrze przez rurę przepływa, a odwrotnie proporcjonalny do płaszczyzny poprzecznego przekroju rury.

Ale oprócz długości, kształtu i wymiarów przewodu, na wielkość oporu wpływają jeszcze i właściwości ścian przewodu, to jest ich nierówności, stopień ich gładkości lub chropowatości i t. p., te więc dane muszą być także wprowadzone do rachunku.

Jeżeli chodzi o oznaczenie straty ciśnienia przy przejściu powietrza przez przewód rurowy, w takim razie na jednym końcu przewodu, przez który powietrze wchodzi do rur, ustawiają jeden manometr, a na drugim końcu, przez który powietrze wychodzi z rur, drugi manometr i notują wysokości manometryczne na każdym z tych manometrów, a różnica h między temi wysokościami wskaże nam stratę ciśnienia, która została zużyta na przewyciężenie oporu, jaki przedstawia część przewodu rurowego zawarta między manometrami.

Jeżeli ta różnica h ciśnień na obu końcach rur jest wiadoma, w takim razie możemy napisać następujące równanie:

$$K = \frac{hS}{L\rho V^2}.$$

Dla rur żelaznych gładkich K jest ilością stałą, a mianowicie = 0,00037. W powyższem równaniu wartość dla h musi być wyrażona w milimetrach słupa wody.

Ponieważ szyby, chodniki, przecznice i inne wyrobiska, które razem wzięte stanowią kopalnię, są niczem innym jak tylko mniej lub więcej prawidłowymi przewodami rurowymi, kolejno po sobie następującymi, a zatem powietrze, które przez nie przechodzi, podlega zupełnie temu samemu prawu, jak i powietrze przechodzące przez przewód rurowy. Opór więc, jaki przedstawia kopalnia strumieniowi przepływającego przez nią powietrza, może być wyrażony równaniem

$$h = KR = \frac{LPV^2}{S} K. \quad (2).$$

Dalej zobaczymy jak się oznacza wartość dla K .

Opór jaki doznaje strumień przepływającego powietrza w chodnikach. Jeżeli przypuścimy, że mamy dwa chodniki jednakowej długości i że strumień powietrza przepływa przez nie z jednakową szybkością, to jest, że w równaniu Nr. 1 $\left(R = \frac{LPV^2}{S}\right)$, jakieśmy wyżej przytoczyli, wartości dla L i V w dwóch różnych chodnikach są jednakowe, to porównyując z sobą opory w tych chodnikach, przekonamy się, że stosunek $\frac{P}{S}$ jest najważniejszym czynnikiem oporu i otrzymamy:

$$R : R_1 = \frac{P}{S} : \frac{P_1}{S_1}.$$

Jeżeli teraz przypuścimy, że chodniki mają przekrój kwadratowy, to obwód P równa się 4 razy wziętemu bokowi kwadratu, a płaszczyzna przekroju równa się bokowi podniesionemu do kwadratu. Oznaczywszy więc bok tego kwadratu przez c , otrzymamy:

$$\frac{P}{S} = \frac{4c}{c^2} = \frac{4}{c}$$

Jeżeli przekrój chodnika będzie nie kwadratem tylko kołem, w takim razie obwód $P = \pi D$, a płaszczyzna przekroju $S = \frac{\pi D^2}{4}$,

a więc

$$\frac{P}{S} = \frac{\pi D}{\frac{1}{4}\pi D^2} = \frac{4}{D}$$

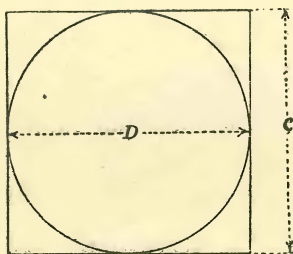


Fig. 818.

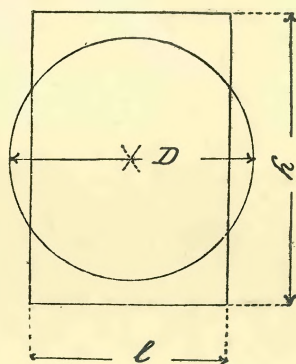


Fig. 819.

Stosunek więc $\frac{P}{S}$ pozostaje jednakowym dla przekroju chodnika kwadratowego; jak i dla przekroju w kształcie koła wpisanego w ten kwadrat (fig. 818).

Chodniki w kopalniach często są prostokątne, jeżeli wtedy oznaczmy wysokość chodnika przez h , a jego szerokość przez l , otrzymamy (fig. 819):

$$\frac{P}{S} = \frac{2(h+l)}{l \times h}.$$

Jeżeli przyjmiemy $h = 1,5 l$, otrzymamy

$$\frac{P}{S} = \frac{5l}{1,5l^2} = \frac{0,333}{l}.$$

Jeżeli znowu wyobrazimy sobie koło, którego średnica równa się połowie sumy wysokości i szerokości prostokąta, to jest $D = \frac{h+l}{2}$, otrzymamy:

$$\frac{P}{S} = \frac{\pi \times \left(\frac{l+h}{2}\right)}{\frac{1}{4}\pi \left(\frac{l+h}{2}\right)^2} = \frac{4}{\frac{l+h}{2}} = \frac{8}{l+h}.$$

Jeżeli przyjmiemy jak wyżej $h = 1,5 l$, otrzymamy $\frac{P}{S} = \frac{3,20}{l}$
i stosunek prostokąta do koła

$$= \frac{3,333}{3,200} = 1,0415.$$

Czyli że w największej liczbie wypadków, przy warunkach jakieśmy wyżej podali, prostokąt może być zastąpiony przez koło, którego średnica równa się połowie sumy wysokości i szerokości prostokąta.

Często jednak h nie jest równe $1,5 l$, zwykle $h = 1,25 l$; podstawiając to znaczenie dla h w wyżej wskazane równanie, otrzymamy, że stosunek $\frac{P}{S}$ w chodniku prostokątnym ma się do stosunku

$\frac{P}{S}$ w chodniku kształtu koła jak $3,6 : 3,55 = 1,044$. Tem bardziej więc można zastąpić przekrój prostokątny przekrojem kołowym.

Chodniki o przekroju koła, którego średnica równa się połowie sumy wysokości i szerokości chodnika prostokątnego, mogą mieć w kopalniach średnicę zaczynając od 2 metrów i do 0,75 metra. W tych granicach stosunek $\frac{P}{S}$ wyrazi się następującemi wartościami:

Jeżeli $D = 2 m$,	to $\frac{P}{S} = 2,00$
„ 1,75	„ = 2,287
„ 1,50	„ = 2,666
„ 1,25	„ = 3,236
„ 1,00	„ = 4,000
„ 0,75	„ = 5,315

Opór więc kopalni, który jest proporcjonalnym do $\frac{P}{S}$ wzrasta proporcjonalnie do wyżej wskazanych cyfr, to jest, że opór w chodniku mającym przekrój koła o średnicy 1 metr. będzie 2 razy większy aniżeli opór w chodniku, przekrój którego ma kształt koła o średnicy 2 metr.

leżą blisko siebie i są z sobą bezpośrednio połączone krótkim chodnikiem, przeprowadzonym na poziomie podszybia, który jest przegrodzony podwójnemi drzwiami, zawsze szczelnie zamkniętymi. Oczywiście, że w takich kopalniach, umieszczając manometr około drzwi q , łatwo jest oznaczyć w milimetrach wysokość słupa wody h , na który zmniejsza się ciśnienie powietrza, po przejściu strumienia przez wszystkie wyrobiska kopalni, zaczynając od podszybia P i aż do podszybia P_1 , to jest oznaczyć całkowity opór, jaki dana kopalnia przedstawia strumieniowi przepływającego przez nią powietrza.

Ten całkowity opór równa się sumie częściowych oporów, jakie strumień powietrza musi przewyciężać na swej długiej drodze $P a b c d P_1$. Częściowe zaś opory wyrażają się następującemi równaniami.

$$1) \text{ od } P \text{ do } a = h_0 = \frac{LPV^2K}{S}$$

$$2) \text{ „ } a \text{ „ } b = h_1 = \frac{L_1P_1V_1^2K}{S_1}$$

$$3) \text{ „ } b \text{ „ } c = h_2 = \frac{L_2P_2V_2^2K}{S_2} \text{ i t. d.}$$

W ostatecznym więc rezultacie $h_0 + h_1 + h_2 + \dots = h$, to jest depresji jaką nam wskaże manometr umieszczony około przegrody q . Czyli, że

$$h = K \left(\frac{LPV^2}{S} + \frac{L_1P_1V_1^2}{S_1} + \frac{L_2P_2V_2^2}{S_2} + \dots \right) \text{ skąd}$$

$$K = \frac{h(S + S_1 + S_2 + \dots)}{LPV^2 + L_1P_1V_1^2 + L_2P_2V_2^2 + \dots}$$

Tym sposobem dla każdego z chodników możemy oznaczyć K , ponieważ możemy zmierzyć długość chodnika, jego obwód i płaszczyznę przekroju, a zapomocą anemometru możemy zmierzyć prędkość strumienia powietrza, a więc i oznaczyć objętość powietrza przepływającego przez ten chodnik w ciągu jednej sekundy. Objętość tę należy koniecznie oznaczać dla każdego chodnika oddzielnie i nie przyjmować ją dla wszystkich chodników jednakową, ponieważ w pewnych miejscach część powietrza może się tracić wskutek przenikania przez podsadzkę, drzwi wentylacyjne i t. p. Inżynier Raux, który oznaczał wartości dla współczynnika K w 4-ch różnych kopalniach, znalazł następujące cyfry:

	Długość chodników	Wartość dla K
1) W kopalni Crachet-Picquery	1607 metr.	0,001819
2) „ Grand Buisson	1680 „	0,001656

	Długość chodników	Wartość dla K
3) W kopalni Forchies . . .	2695 metr.	0,001600
" " " . . .	3200 "	0,001830

Te cyfry są blizkie rzeczywistości, czego najlepszym dowodem jest mała różnica między niemi, a mianowicie między największą 0,00183 i najmniejszą 0,001600 różnica wynosi tylko 0,00023.

Doświadczenia przeprowadzone we Francyi i Anglii dały wartości dla K bardzo blizkie wyżej przytoczonym, według Devillez $K = 0,0018$.

Ta zgodność rezultatów jakie były otrzymane przez różnych badaczy i w różnych krajach jest nawet zadziwiająca, jeżeli przyjmujemy pod uwagę, że opór kopalni zależy nie tylko od właściwości ścian wyrobisk, lecz także od ich zakrzywień i od nagłych zmian płaszczyzn ich poprzecznych przekroi, które przecie nie mogą być jednakowe w różnych kopalniach, w jakich były robione doświadczenia. Oczywiście więc wpływ tych zmian nie musi być tak znaczny, jeżeli wartość dla K we wszystkich kopalniach pozostaje mniej więcej stałą.

Guibal objaśnia to w ten sposób, że opór, jaki stawia przepływającemu powietrzu przewód rurowy, oznaczano w rurach małej średnicy (nie więcej jak 30 mm.) i stosunkowo nie wielkiej długości 100—120 m., gdy tymczasem w kopalniach wymiary dróg powietrznych są bez porównania większe. Guibal więc przypuszcza, że w miarę jak wymiary przewodu powietrznego wzrastają, opór zależny od raptownych zmian kierunku strumienia powietrza jak również i od raptownych zmian płaszczyzny przekroju znacznie się zmniejsza. Tem nie mniej jednak nie ulega najmniejszej wątpliwości, że nieprawidłowości w chodnikach, przez które powietrze przechodzi, znacznie powiększają opór, jaki kopalnia stawia strumieniowi przepływającego przez nią powietrza. Dlatego też w praktyce należy tych nieprawidłowości unikać.

Współczynnik oporu K_1 dla szybów. Wyżej znaleziona wartość dla współczynnika K stosuje się tylko do chodników, należy więc jeszcze mieć jego znaczenie dla szybów. Jeżeli mamy wiadomy całkowity opór danej kopalni i opór jaki przedstawiają same chodniki, to z różnicy tych oporów można wyprowadzić i współczynnik oporu, jaki przedstawiają szyby. Ten jednak współczynnik oporu jest bardzo zmienny, ponieważ przekrój szybów nigdy nie bywa wolnym.

W wielu szybach ustawione są drabiny i urządzone spoczniki, w szybach znowu wyciągowych są umocowane poprzeczne belki i kierowniki dla klatek, wszystkie zaś te urządzenia zajmując pewną przestrzeń w szybie, tamują swobodny przepływ powietrza. Oprócz tego swobodny przepływ powietrza przez szyby tamują jeszcze i klatki wyciągowe, szybkość ruchu których prawie nigdy nie jest równą prędkości strumienia powietrza i które poruszają się naprzemian to w kierunku strumienia płynącego powietrza, to w kierunku odwrotnym. Guibal, w swoim *Cours de ventilation des mines* (str. 337), utrzymuje, że dla szybów z kierunkami lub z drabinami i spocznikami wartość dla K można przyjąć = 0.001, a dla szybów, przekrój których jest zupełnie wolny, współczynnik ten jest znacznie mniejszy.

Przykłady na opory kopalń. Widzieliśmy wyżej, że dla tego aby pewna ilość powietrza mogła przejść przez kopalnię, potrzebną jest pewna nadwyżka ciśnienia niezbędna do przewyciężenia oporu jaki kopalnia stawia przepływowi strumienia powietrza i że, jak wskazuje równanie drugie, nadwyżka ta wynosi

$$h = \frac{0,0018 LPV^2}{S} \text{ mm. słupa wody. . . (2).}$$

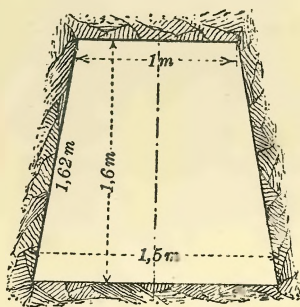


Fig. 821.

Wiemy, że objętość powietrza Q przepływającego przez dany chodnik w ciągu jednej sekundy równa się prędkości pomnożonej przez płaszczyznę poprzecznego przekroju chodnika, to jest

$$Q = VS, \text{ skąd } V = \frac{Q}{S}.$$

Podstawiając znaczenie dla V w równaniu (2), otrzymamy

$$h = \frac{0,0018 LPQ^2}{S^3} \text{ mm. słupa wody (4).}$$

Z równania tego można wyprowadzić bardzo ważne wnioski, co najlepiej zobaczymy na przykładzie. Przypuśćmy, że przez chodnik mający 2000 m. długości, przekrój którego jest wskazany na figurze 821, ma przepływać 4 m³. powietrza na sekundę, potrzeba oznaczyć jaki opór ma przewyciężać strumień powietrza, przepływając przez ten chodnik. Mamy więc:

$$L = 2000 \text{ m.}$$

$$P = 1,5 + 1 + 2 \times 1,62 = 5,74 \text{ m.}$$

$$S = 1,6 \left(\frac{1 + 1,5}{2} \right) = 2 \text{ m}^2, \text{ a więc}$$

$$h = \frac{0,0018 \times 2000 \times 5,74 \times 16}{8} = 41,3 \text{ mm.}$$

Jeżeli długość chodnika zwiększy się dwa razy, to chociaż wszystkie inne warunki pozostaną te same, opór jaki powietrze przepływające przez niego musi przewyciężać, zwiększy się także dwa razy, ponieważ

$$h = 0,0018 \frac{4000 \times 5,74 \times 16}{8} = 82,6.$$

Przypuśćmy teraz, że przez ten sam chodnik ma przepływać podwójna ilość powietrza, to jest nie 4 lecz 8 m³ na sekundę, opór wtedy będzie

$$h = \frac{0,0018 \times 2000 \times 5,74 \times 8^2}{8} = 165,2 \text{ mm. ,}$$

to jest, że będzie 4 razy większy. Jeżeli zaś zwiększymy przekrój chodnika, dając mu wymiary wskazane na figurze 822 i jeżeli ilość powietrza jaka ma przez ten chodnik przepływać pozostanie ta sama, a mianowicie 8 m³ na sekundę, wtedy otrzymamy:

$$P = 7,60 \text{ m.}$$

$$S = 3,465 \text{ m}^2$$

$$h = \frac{0,0018 \times 7,6 \times 2000 \times 8^2}{41,60} = 42 \text{ mm. ,}$$

to jest opór będzie tylko cokolwiek większy aniżeli w pierwszym wypadku, gdy przez chodnik o przekroju 2 m² przepływało 4 m³ powietrza. Tym więc sposobem w pierwszym wypadku, gdy ilość przepływającego przez chodnik powietrza zwiększy się dwa razy, opór wzrasta cztery razy, gdy tymczasem powiększając przekrój chodnika w stosunku jak 2 do 3,46, to jest jak 1 : 1,73, możemy ilość przepływającego przez chodnik powietrza powiększyć dwa razy, nie zwiększając wcale oporu. Ten przykład najlepiej wskazuje jak łatwo można polepszyć warunki przewietrzania powiększając wymiary poprzecznego przekroju chodników.

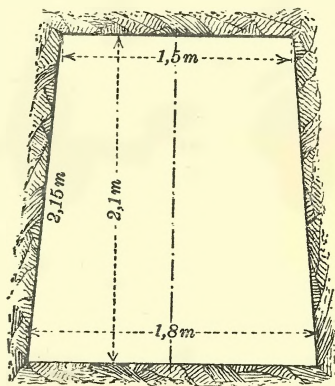


Fig. 822.

Temperament kopalni. Z równania Nr. 4, które wyżej podaliśmy widzimy, że

$$h = \frac{0,0018 \times PLQ^2}{S^3} = \frac{KPLQ^2}{S^3},$$

Ponieważ dla danej kopalni wartości $K P L$ i S są stałe, można więc wartość $\frac{KPL}{S^3}$, która dla każdej kopalni jest stałą, nazwać przez z i wtedy otrzymamy

$$h = z Q^2 (5).$$

To jest, że w danej kopalni opór, jaki ta kopalnia przedstawia przepływającemu przez nią powietrzu, zmienia się tylko wtedy, jeżeli zmienia się objętość przepływającego przez nią powietrza. Jeżeli więc zmienia się objętość Q powietrza przyływającego do kopalni, to musi się zmienić i ciśnienie h wytwarzające przewiew. To się odnosi zarówno do przewietrzania ssącego jak i przewietrzania tłoczącego. Przy przewietrzaniu ssącym w szybie wyciągającym następuje rozrzedzenie powietrza, czyli tak zwana *Depresya*, odpowiadająca wysokości h słupa wody, gdy tymczasem w szybie wciągającym ciśnienie powietrza jest równe ciśnieniu atmosferycznemu. Przy przewietrzaniu tłoczącym przeciwnie, w szybie wciągającym następuje zgęszczenie powietrza, odpowiadające wysokości h słupa wody, ponad ciśnieniem atmosferycznym, gdy tymczasem w szybie wyciągającym ciśnienie powietrza będzie równe ciśnieniu atmosferycznemu.

W każdym więc razie wysokość h słupa wody przedstawia siłę poruszającą masę powietrza w kopalni, to jest siłę wytwarzającą przewiew. Dla dwóch więc różnych objętości powietrza, które mają przepływać przez daną kopalnię, otrzymamy

$$h = zQ^2 \text{ i } h_1 = zQ_1^2$$

skąd $\frac{Q^2}{h} = \frac{Q_1^2}{h_1},$

to jest, że stosunek $\frac{Q^2}{h}$ nie zmienia się dotąd, póki nie zmieni się stan kopalni, dla danej więc kopalni jest on ilością stałą. Guibal nazwał tę nie zmieniającą się wartość $\frac{Q^2}{h}$ temperamentem kopalni; oznaczając więc temperament przez T otrzymamy

$$T = \frac{Q^2}{h}.$$

Temperament odgrywa bardzo ważną rolę przy przewietrzaniu kopalni, wskazuje on nam trudności, to jest opór, jaki powietrze musi przezwyciężać na swej drodze, przepływając przez daną kopalnię. Oczywiście że te trudności w różnych kopalniach mogą być różne.

Porównanie różnych kopalń pod względem ich temperamentów. Im słabsze jest ciśnienie h , jakie potrzeba zastosować dlatego, aby zmusić pewną ilość powietrza Q przepływać przez kopalnię, tem temperament tej kopalni jest lepszy i naodwrot, można więc różne kopalnie porównywać z sobą pod względem łatwości ich przewietrzania.

Przypuśćmy że dla jednej kopalni mamy

$$T = \frac{Q^2}{h} \text{ i } Q = \sqrt{Th}.$$

Dla drugiej kopalni mamy

$$T_1 = \frac{Q_1^2}{h_1} \text{ i } Q_1 = \sqrt{T_1 h_1}.$$

Dzеляc jedno równanie przez drugie, otrzymamy

$$\frac{Q}{Q_1} = \sqrt{\frac{Th}{T_1 h_1}},$$

jeżeli więc $h = h_1$, to

$$\frac{T}{T_1} = \frac{Q^2}{Q_1^2}, \text{ albo } \frac{Q}{Q_1} = \sqrt{\frac{T}{T_1}},$$

to jest, że ilości powietrza wchodzące do dwóch różnych kopalń pod działaniem jednej i tej samej siły tak się mają do siebie, jak pierwiastki kwadratowe z temperamentów tych kopalń.

Jeżeli teraz przyjmiemy, że do obudwu tych kopalń wchodzi jednakowa ilość powietrza, to jest że $Q = Q_1$, to otrzymamy

$$\frac{h}{h_1} = \frac{T_1}{T},$$

czyli że temperamenty są odwrotnie proporcjonalne do depresyi.

Na temperament bardzo wpływają wymiary chodników w kopalniach, a ponieważ w kopalniach, w których się odbudowują pokłady grube i średniej grubości wymiary, chodników są zawsze większe aniżeli w kopalniach, w których się odbudowują pokłady cienkie, więc temperament tych kopalń jest zwykle znacznie lepszy aniżeli temperament kopalń z pokładami cienkimi. Szczególnie trudno jest otrzymać dobry temperament w kopalniach gdzie odbudowują się cienkie pokłady, mające słaby strop,

lub pęczniejący spąg, bo wtedy szerokość chodników musi być bardzo ograniczoną. W podobnych wypadkach obszar pól roboczych, przewietrzających się jednym i tym samym strumieniem powietrza, musi być bardzo zmniejszonym w kierunku rozciągłości pokładu.

W Belgii i w Północnej Francyi, gdzie odbudowują cienie pokłady węgla, kopalnie wogóle mają zły temperament, ponieważ jednak w tych kopalniach wydziela się gaz wybuchający, całą więc uwaga była zwrócona na sposoby polepszenia temperamentów i trzeba przyznać, że zdołano otrzymać bardzo dobre rezultaty. Do roku 1845 temperament kopalni belgijskich i francuzkich bardzo często wynosił 1, 2, 3, obecnie on został doprowadzonym do 20, 30 i 40, przyczem wysokość słupa wody h , to jest siła zmuszająca powietrze przepływać przez kopalnię zwykle nie przenosi 40—80 mm. i tylko w wyjątkowych razach dochodzi do 127 mm. W Anglii gdzie odbudowują się pokłady średniej grubości i prawie poziome, temperament kopalń wynosi od 70 do 85, a często nawet i do 100.

U nas w zagłębiu Dąbrowskiem przewietrzanie kopalń pozostawia jeszcze wiele do życzenia, ponieważ drogi, jakie powietrze musi odbywać, przechodząc przez kopalnię, są wogóle za długie, często dochodzą do kilku wiorst, a prócz tego w naszych kopalniach zużywa się taka ogromna ilość materyałów wybuchowych, że ilość świeżego powietrza, jaka obecnie do kopalń przypływa, często bywa niedostateczną do rozpuszczenia wydzielających się przy wybuchu gazów.

Opór właściwy każdej kopalni. Z równania Nr. 5 $h = zQ^2$, w którem opór z dla danej kopalni przedstawia ilość stałą, otrzymujemy

$$z = \frac{h}{Q^2} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (6)$$

W równaniu tem opór z jaki dana kopalnia stawia strumieniowi przepływającego przez nią powietrza, jest wyrażony nadwyżką ciśnienia, albo depresją (przedstawioną w milimetrach wysokości słupa wody) jaka jest niezbędną dlatego, aby przez kopalnię mógł przepływać jeden metr sześcienny powietrza na sekundę.

Tak np. jeżeli nadwyżka ciśnienia $h = 40$ mm. a objętość Q powietrza przepływającego do kopalni w ciągu jednej sekundy równa się 20 m^3 , to

$$z = \frac{40}{20^2} = 0,1 \text{ mm.},$$

to jest, że dla przejścia przez kopalnię 1 m^3 powietrza w ciągu sekundy niezbędna jest nadwyżka ciśnienia $= 0,1 \text{ mm.}$

Jeżeli nadwyżka ciśnienia h zmieni się na h_1 , to i objętość Q przepływającego przez kopalnię powietrza zmieni się na Q_1 i wtedy

$$z = \frac{h}{Q^2} \text{ i } z = \frac{h_1}{Q_1^2}, \text{ skąd}$$

$$\frac{h}{Q^2} = \frac{h_1}{Q_1^2},$$

czyli że opory, jakie kopalnia stawia strumieniowi przechodzącego przez nią powietrza, mają się do siebie jak kwadraty z objętości przepływającego przez kopalnię powietrza.

Otwory równoznaczne Gdy strumień powietrza przechodzi przez otwór zrobiony w cienkiej ścianie, to wskutek oporu, jakiego wtedy doznaje, różnica ciśnień na jednej i na drugiej stronie ścianki jest proporcjonalną do kwadratu z prędkości ruchu powietrza. Czyli że opór, jaki przedstawia otwór w cienkiej ścianie strumieniowi przepływającego przez niego powietrza, podobnie jak i opór, jaki przedstawia kopalnia przepływającemu przez nią powietrzu, jest proporcjonalny do kwadratu z prędkości ruchu powietrza. Można więc pod względem oporu, jaki kopalnia stawia przepływającemu przez nią powietrzu, porównać ją do otworu w cienkiej ścianie, przez który przy tej samej depresyi przechodzi, w jednostce czasu, taka sama ilość powietrza, jaka przechodzi przez daną kopalnię. Takie właśnie porównanie zrobił francuski inżynier Murgue, prace którego wyświekliły bardzo wiele kwestyi, dotyczących przewietrzania. Murgue nazywa *otworem równoznacznym* dla danej kopalni (orifice equivalent) powierzchnię (wyrażoną w metrach kwadratowych) takiego otworu, przez który, przy jednakowej nadwyżce ciśnienia, lub przy jednakowej depresyi, przechodzi w ciągu jednostki czasu, taka sama ilość powietrza, jaka przechodzi, w tym samym czasie, przez daną kopalnię. Dla oznaczenia wielkości a takiego otworu podaje on następujące równanie:

$$a = \frac{Q}{K \sqrt{2gh}} \text{ metr. kwadr.},$$

w którym Q oznacza ilość powietrza przepływającego przez kopal-

nię w ciągu jednej sekundy; K —współczynnik kurczenia się i tarcia strumienia płynącego gazu = 0,59; g = 9,8088 m. przyspieszenie i h nadmiar ciśnienia z jednej strony ściany, wyrażony w milimetrach wysokości słupa wody. Wstawiając odpowiednie wartości, otrzymamy:

$$a = \frac{0,38Q}{\sqrt{h}} \text{ metr. kwadr.}$$

Murgue oznaczył tym sposobem otwory równoznaczne dla bardzo wielu kopalń, przyczem wartości dla tych otworów w największej liczbie wypadków otrzymał równe mniej więcej jednemu metrowi kwadratowemu. Dlatego też Murgue, jako jednostkę dla porównania kopalń pomiędzy sobą, przyjął jeden metr kwadratowy i rozdzielił kopalnie na 3 działy, a mianowicie do działu pierwszego zalicza te kopalnie, których otwór równoznaczny wynosi jeden metr kwadratowy, albo też nie wiele mniej lub więcej i te kopalnie nazywa *średniemi*. Drugi dział stanowią kopalnie *szerokie*, których otwór równoznaczny jest znacznie większy od jednego metra kwadratowego i nareszcie do trzeciego działu należą kopalnie *wązkie* z otworem równoznacznym mniejszym od jednego metra kwadr.

Obliczenie siły niezbędnej do przewietrzania kopalni.
Oznaczmy przez A pracę, jaką wykonywa powietrze przechodzące przez kopalnię; przez M jego masę; przez V prędkość ruchu powietrza; przez P jego wagę; g przyspieszenie siły ciężkości = 9,808; $h_1 = \frac{v^2}{2g}$ wysokość, to jest ciśnienie kolumny powietrza, które wywołuje ruch, w danym wypadku depresja, wyrażona w metrach słupa powietrza; h —odpowiadająca tej wysokości, wysokość słupa wody w milimetrach; Q —objętość powietrza przyływającego do kopalni w ciągu jednej sekundy, wyrażona w metrach sześciennych; p —waga jednego metra sześciennego powietrza; p_1 —waga jednego metra sześciennego wody = 1000 kg.

Wiemy z mechaniki, że praca ciała znajdującego się w ruchu wyraża się następującem równaniem:

$$A = \frac{MV^2}{2} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (1).$$

Dalej wiemy, że masa $M = \frac{P}{g}$, a prędkość V , odpowiadająca wysokości h_1 kolumny powietrza, wyraża się równaniem $V = \sqrt{2gh_1}$.

Podstawiając te wartości w równanie 1, otrzymamy

$$A = \frac{P2gh_1}{2g} = Ph_1.$$

Ponieważ P , to jest waga przyprływającego powietrza, równa się jego objętości pomnożonej przez wagę jednego metra sześciennego powietrza, to jest $P = Qp$, to podstawiając zamiast P jego wartość, otrzymamy:

$$A = Qph_1. \quad (2);$$

wiemy, że $h_1 p = hp_1$ i $h = \frac{h_1 p 1000}{1000}$ milimetr, skąd $h_1 = \frac{h}{p}$. Podstawiając tę wartość, otrzymamy:

$$A = \frac{Qph}{p} = Qh \text{ kilogr. metrów } (3).$$

Mamy więc 3 wyrażenia dla pracy, którą należy wykonać, aby strumień powietrza przeprowadzić przez kopalnię. Ostatnie z nich jest najdogodniejsze, ponieważ Q możemy znaleźć zmierzyszy prędkość strumienia powietrza i przekrój chodnika, a h wskaże nam manometr.

Przykład. Jeżeli przyjmiemy p , to jest średnią wagę jednego metra sześciennego powietrza przepływającego przez kopalnię = 1,133 kg. i przyjąwszy, że do kopalni przyprływa w ciągu sekundy 12 m³ powietrza, to jest, że $Q = 12$, to

$$Qp = P = 12 \times 1,133 = 13,596 \text{ kg.}$$

Jeżeli prędkość $V = 4$ m., to $V^2 = 16$ metr. i

$$\frac{V^2}{2g} = h_1 = 0,8154 \text{ i } h = 0,8154 \times 1,133 = 0,9238.$$

Obliczając pracę przewietrzania według każdego z trzech wyżej podanych równań, otrzymamy:

$$1) \quad A = \frac{PV^2}{2g} = \frac{13,596 \times 16}{19,62} = 11,0142.$$

$$2) \quad A = Ph_1 = 13,596 \times 0,8154 = 11,0861.$$

$$3) \quad A = Qh = 12 \times 0,9238 = 11,0856.$$

Jak widzimy, rezultaty otrzymują się bardzo zbliżone.

Ponieważ siła jednego konia parowego odpowiada 75 kgm., dzieląc więc $Q \times h$ przez 75, otrzymamy siłę N (wyrażoną w koniach parowych), jaka jest potrzebną do wprowadzenia w ruch oznaczonej ilości powietrza

$$N = \frac{Qh}{75} \text{ koni parowych.}$$

Przypuśćmy teraz, że ilość powietrza przepływającego przez kopalnię musi być podwojoną i że temperament kopalni pozostaje się bez zmiany, to ponieważ h rośnie proporcjonalnie do kwadratu z Q , a zatem depresja h , wytwarzająca strumień, musi być powiększoną 4 razy; praca więc wtedy będzie:

$$N = \frac{2Q \times 4h}{75} = \frac{8Qh}{75},$$

czyli, że dla przeprowadzenia przez kopalnię, przy tym samym temperamencie, podwójnej ilości powietrza, praca niezbędna dla wytworzenia przewiewu musi być powiększoną przez podniesienie jej do trzeciej potęgi. To najlepiej dowodzi jak ważną rolę odgrywa polepszenie temperamentu kopalni.

Oznaczenie wymiarów wyrobisk niezbędnych do przepływu danej ilości powietrza. Wymiary wyrobisk służących do przewietrzania zależą od ilości powietrza, jaka ma przez nie przepływać i od prędkości, z jaką powietrze przepływa. Powszechnie przyjmują, że dla każdego człowieka pracującego w kopalni potrzeba jest od 2 do 4 m³ powietrza na minutę. Dla konia zaś przyjmuje się ilość 4 razy większą. Prędkość strumienia powietrza w szybach przyjmują zwykle nie większą nad 6 metr. na sekundę, a w przecznicach i innych chodnikach nie powinna być większa nad 4 metry.

Oznaczenie płaszczyzny przekroju szybu wyciągającego. Jeżeli w kopalni pracuje 400 robotników, 8 dozorców i 10 koni i jeżeli przyjmiemy, że dla każdego człowieka potrzeba jest 4 m³ powietrza na minutę, to cała ilość powietrza, jaką należy wprowadzić do kopalni, będzie następująca:

dla 400 robotników	potrzeba jest	1600 m ³
" 8 osób nadzoru	" "	32 "
" 10 koni	" "	160 "
" 25% jako rezerwa	" "	448 "
Razem		2240 m ³ na minutę.

Ilość powietrza przechodzącego przez szyb w ciągu jednej minuty, wyraża się równaniem:

$$Q = S \times V \times Q \times 60,$$

w którym Q oznacza ilość powietrza przepływającego w ciągu minuty, w danym wypadku = 2240 m³. S = płaszczyzna przekroju w metrach kwadra towych. V = prędkość strumienia w metrach

na sekundę, w danym wypadku 6 m. Q współczynnik tarcia w szybach murowanych = 0,8. Mamy więc:

$$2240 = S \times 6 \times 0,8 \times 60,$$

skąd

$$S = \frac{2240}{0,8 \times 6 \times 60} = 7,7 \text{ m}^2.$$

Jeżeli w szybie wyciągającym ma być jeszcze urządzonym oddział dla drabin, to ponieważ on zajmie około 10% całego przekroju, płaszczyzna więc przekroju szybu wypadnie:

$$7,7 + 0,7 = 8,4 \text{ m}^2.$$

Oznaczenie przekroju przecznicy. Przekrój przecznicy oznacza się w ten sam sposób jak i przekrój szybu. Jeżeli strumień powietrza jakimś powyżej podali 2240 m³ dzieli się na dwie równe części, z których tylko jedna ma przepływać przez przecznice, to przyjmując prędkość strumienia w przecznicy 4 metr. na sekundę (jest to już bardzo znaczna prędkość), płaszczyznę przekroju przecznicy otrzymamy z równania:

$$S = \frac{1120}{0,8 \times 60 \times 4} = 5,8 \text{ m}^2.$$

Ponieważ jednak wozy idące po przecznicy zmniejszają jej pożyteczny przekrój przynajmniej na 1 m², to przecznica powinna mieć przekrój nie 5,8 lecz 6,8 m², to jest 2,8 metr. szerokości i 2,4 metr. wysokości.

Wymiary chodników obliczają się w ten sam sposób, lecz jeżeli długość ich dochodzi od 3000 do 4000 metr., to współczynnik tarcia należy przyjąć nie 0,8 lecz 0,7, a jeżeli chodnik ma dużo zakrzywień to nawet 0,6.

Przewiew naturalny.

Powiedzieliśmy wyżej, że przewiew naturalny ma miejsce wtedy, jeżeli masa powietrza znajdującego się w kopalni porusza się sama przez się, bez żadnych sztucznych urządzeń. Dlatego jednak, aby masę powietrza wprowadzić w ruch, potrzebną jest pewna siła i tą siłą przy przewiewie naturalnym jest siła ciężkości.

Jeżeli sobie przedstawimy w jednym i tem samym naczyniu dwie ciecze, lub dwa gazy, różnego ciężaru właściwego, to ciecz lub gaz cięższy zacznie opadać na dno naczynia, wypędzając do góry gaz lżejszy. Tym więc sposobem różnica w ciężarze właściwym cieczy może być przyczyną ich ruchu.

Wiadomo, że powietrze, wskutek ogrzania, rozszerza się i staje się lżejszem, wskutek zaś oziębiania gęstszem i cięższem. W naszym klimacie temperatura w kopalniach wynosi około 9°C ., taki więc stopień ciepła przyjmuje powietrze znajdujące się przez pewien czas w kopalni. Wskutek ciepła słonecznego powietrze na powierzchni bywa, w lecie, o wiele cieplejsze, aniżeli w kopalni, a w zimie zimniejsze. Z tego więc powodu prawie przez cały

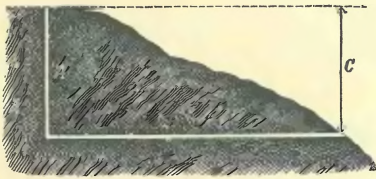


Fig. 823.

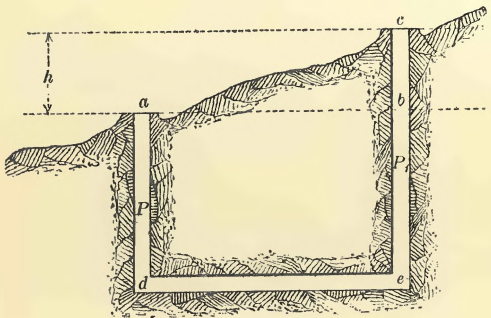


Fig. 824.

ły rok dwie kolumny powietrza równej wysokości, na powierzchni i w kopalni, mają różny ciężar. Jeżeli więc tylko kopalnia łączy się z powierzchnią ziemi zapomocą dwóch otworów i jeżeli te otwory nie leżą na jednym poziomie, to już tylko wskutek różnicy temperatur na powierzchni ziemi i w kopalni, równowaga w kolumnach powietrza zostanie naruszoną i zacznie się przewiew. Tak, jeżeli przedstawimy sobie szyb *A* (fig. 823) połączony siecią

wyrobisk ze sztolnią *B*, to w lecie powietrze w szybie *A* będzie zimniejsze i cięższe od powietrza znajdującego się nad wylotem sztolni *B*, wskutek więc różnicy w wadze nastąpi opadanie kolumny powietrza cięższego w szybie *A*, które znowu wywoła wypływanie powietrza z kopalni przez wylot sztolni *B*. W zimie naodwrot, zewnętrzne powietrze jest zimniejsze i cięższe, aniżeli powietrze w kopalni, wskutek czego słup powietrza w szybie jest lżejszy od równie wysokiego słupa powietrza na powierzchni, z tego powodu powietrze w szybie podnosi się do góry, podczas gdy zimne powietrze zewnętrzne wchodzi przez wylot sztolni i wypycha do szybu powietrze znajdujące się w kopalni. Zupełnie taki sam przewiew będzie miał miejsce, jeżeli kopalnia łączy się z powierzchnią ziemi

dwoma szybami, wyloty których znajdują się na różnych poziomach (fig. 824). Siła zaś przewiewu będzie tem większą, im większą będzie różnica poziomów, na których znajdują się wyloty szybów. Dlatego też przewiew naturalny można znacznie zwiększyć, budując wysoki komin nad wylotem szybu, znajdującego się na poziomie wyższym. Ilość powietrza przechodzącego przez kopalnię przy przewiewie naturalnym wyraża się równaniem:

$$Q = S VK.$$

Wartość dla S otrzymuje się, mierząc poprzeczny przekrój chodników, współczynnik K jest ilością stałą, a prędkość V otrzymuje się z równania:

$$V = \sqrt{2gh\alpha \frac{T_0 - t_0}{1 + \alpha T_0}},$$

w którym g oznacza przyspieszenie siły ciężkości $= 9,81$, h różnicę poziomów, na których znajdują się wyloty szybów a c (fig. 824) wyrażoną w metrach; t_0 —temperatura w szybie wciągającym; T_0 —temperatura w szybie wyciągającym; α = współczynnik rozszerzalności powietrza $= 0,00367$.

Przewiew naturalny w największej liczbie wypadków jest niedostateczny, ponieważ siła jego ciągle się zmienia, w zależności od różnicy temperatury powietrza zewnętrznego i kopalnianego. Skąd wypływa, że w zimie, gdy różnica temperatury powietrza zewnętrznego i kopalnianego jest bardzo znaczną, przewiew będzie silniejszym; w lecie, gdy różnica temperatur jest mniejszą, będzie on słabszym; a na wiosnę i w jesieni, gdy temperatura powietrza zewnętrznego i kopalnianego jest prawie jednakową, przewiew będzie bardzo słaby lub żaden. Nie tylko siła przewiewu ale i kierunek strumienia przyprływającego powietrza zmienia się zależnie od pory roku, dlatego też przewiew naturalny może być stosowany tylko w mniejszych kopalniach, mało rozległych, w których pracuje niewielu robotników i w których wcale niema koni.

Przewiew sztuczny.

Różne rodzaje przewiewu sztucznego. Przewiew sztuczny wytwarzają: 1) przez nagrzanie powietrza kopalnianego zapomocą pieców, lub zapomocą pary i 2) przez wprowadzenie powietrza kopalnianego w ruch środkami mechanicznymi.

Piece przewietrzające. Piece przewietrzające mogą być postawione na powierzchni ziemi albo w samej kopalni. Piec urządzony na powierzchni ziemi przedstawia figura 825. Około szybu, przez który wychodzi zepsute powietrze z kopalni, stawiają komin, a przy nim piec. Wylot szybu zamykają hermetycznie, a sam szyp łączy z kominem zapomocą pochyłego kanału. Przyływ powietrza do pieca regulują zapomocą drzwi z otworami, które można dowolnie powiększać lub zmniejszać.

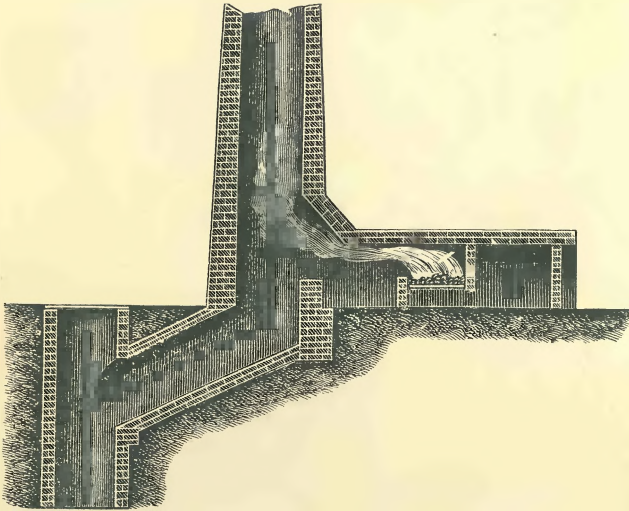


Fig. 825.

Jako piec przewietrzający może służyć i komin kotłowni, do którego w takim razie wpuszczają powietrze wychodzące z kopalni. Skuteczność jednak takiego przewietrzania nie jest wielką, chociaż można je z pożytkiem zastosować przy pogłębianiu szybów, a także przy pędzeniu pierwszych robót podziemnych na nowozakładającej się kopalni, gdy należyte przewietrzanie nie jest jeszcze urządzono.

Działanie pieców przewietrzających ustawionych na powierzchni ziemi jest tem mniej skutecznem, im głębokość szybu jest większą, ponieważ stosunek wysokości słupa ogrzanego powietrza do głębokości szybu jest wtedy bardzo małym. Z tej więc przyczyny daleko lepiej urządzać piece w samej kopalni.

Żarownie. Najprostszym piecem urządzonym w samej kopalni jest żarownia (fig. 826). Żarownia przedstawia kosz żelazny napelniony węglami rozżarzonymi, zawieszony na łańcuchu w szybie, przez który wychodzi zepsute powietrze z kopalni. Ten sposób przewietrzania jest pod tym względem dobrym, że cała ilość ciepła wytworzonego przez żarzące się węgle, zostaje zużytkowaną na zwiększenie siły przewiewu. Prócz tego opuszczając lub podnosząc żarownię zapomocą windy, można dowolnie regulować siłę przewiewu, ponieważ skuteczność działania żarowni rośnie proporcjonalnie do pierwiastku kwadratowego z głębokości, na której ona jest zawieszoną. Z drugiej strony żarownia przedstawia tę niedogodność, że szyb,

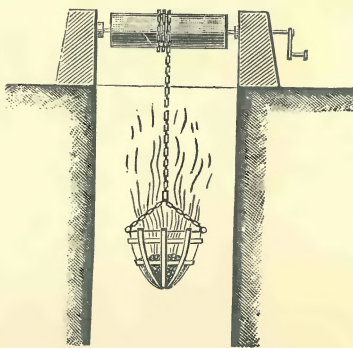


Fig. 826.

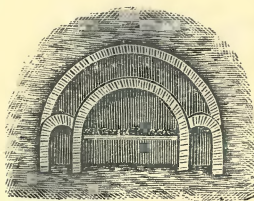


Fig. 827.

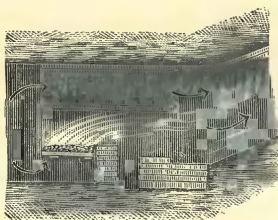


Fig. 828.

w którym jest zawieszoną może już tylko wyłącznie służyć do odpływu zepsutego powietrza z kopalni i żadnego innego użytku z niego zrobić nie można. Prócz tego żarownia wydziela zbyt mało ciepła, aby można było otrzymać znaczniejsze podwyższenie temperatury w szybie.

Piece podziemne. Piec podziemny (fig. 827 i 828) składa się z rusztu zajmującego przestrzeń od 5 do 6 metr. kwadr., nad którym wznosi się sklepienie z cegły ogniotrwałej. Przy końcu rusztu zrobiony jest próg niezbędny dlatego, ponieważ on zamyka popielnik od tyłu i zmusza powietrze kopalniane przechodzić przez ruszta. Prócz tego próg nadaje gazom powstającym przy paleniu kierunek ku górze. Sklepienie tworzące piec nie powinno przylegać wprost do skały, przeciwnie, należy go otoczyć drugim murem, tak aby między tymi dwoma murami była warstwa powietrza przynajmniej 0,6 m. gruba (fig. 827). Jeżeli piec buduje się w pokładzie węgla, lub blisko pokładu, w takim razie, na spodku, w tem miejscu gdzie ma być popielnik, należy ubić warstwę gliny, a następnie ułożyć podłogę z cegły. Piec łączy się z szybem, przez który wychodzi zepsute powietrze z kopalni, zapomocą kanału pochyłego, wylot

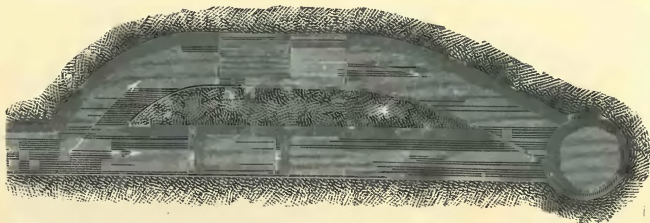


Fig. 829.

którego powinien się znajdować powyżej chodnika, przez który zepsute powietrze wchodzi do szybu. Wprzód takie piece budowano nawet i w kopalniach, w których się wydzielał gaz wybuchający, tylko kanał łączący piec z szybem wyciągającym, robiono wtedy co najmniej 20—30 metr. długi, aby płomień z pieca nie mógł się przedostawać do szybu, gdzie mógłby przyczynić wybuch. Naturalnie, że w podobnym wypadku, dla podtrzymania ognia, nie mogło być użyte zepsute powietrze wychodzące z kopalni, do pieca więc musiał być doprowadzony strumień zupełnie czystego powietrza.

Gdy dla podtrzymania ognia służy powietrze kopalniane, nie ma potrzeby aby cała ilość powietrza, wychodzącego z kopalni, przechodziła przez ruszta. W podobnym więc wypadku na około paleniska i popielnika budują omurowane kanały, przedstawione na figurze 827, którymi większa część powietrza płynie prosto do szybu, nie przechodząc przez ruszta. Kanały te przedstawiają jesz-

cze tę dogodność, że ochładzają ściany pieca, nie dając się im zbyt rozgrzewać. Często zamiast urządzenia kanałów stawiają piec w oddzielnym chodniku, który się łączy z szybem wyciągającym na poziomie wyższym aniżeli chodnik, przez który wychodzi zepsute powietrze z kopalni (fig. 829). Ilość powietrza, jaką się wtedy przepuszcza przez rusztą, reguluje się zapomocą przegród z oknami, ustawionych w chodniku, przez który wychodzi zepsute powietrze z kopalni. Wielkość otworu okien można dowolnie zmniejszać za pomocą odpowiednio urządzonych zasuwanych okienic.

Piece przewietrzające podziemne przedstawiają urządzenia bardzo mało kosztowne, nie psujące się nigdy, działające regularnie i wymagające niewielkiej obsługi i niewielkiego nadzoru, ale wytwarzają stosunkowo bardzo nieznaczną depresję, nie większą nad 20—25 mm. słupa wody, mogą więc znaleźć zastosowanie tylko w kopalniach z bardzo dobrym temperamentem. Są one w stanie wprowadzać w ruch znaczne ilości powietrza, a skuteczność ich działania (wprost przeciwnie aniżeli przy innych tego rodzaju urządzeniach) jest tem większą, im większą jest głębokość szybu.

Przy jednym i tym samym przekroju szybu ilość powietrza otrzymanego zapomocą pieca jest proporcjonalną do pierwiastku kwadratowego z wysokości słupa rozgrzanego powietrza. Piec nagrzewa powietrze od 38 do 50° C., a niektóre piece w Anglii nagrzewają go nawet do 75°, lecz wtedy rozchód węgla znacznie się zwiększa. Tak np. jeżeli piec przewietrzający przy nagrzewaniu powietrza do temp. 37°, wprawia w ruch a metr. sześć. powietrza i spala b kg. węgla, to ten sam piec, przy nagrzewaniu powietrza do 75°, będzie wprawiał w ruch 1,5 a metr. sześć. powietrza i będzie spalał 4 b kg. węgla ¹⁾.

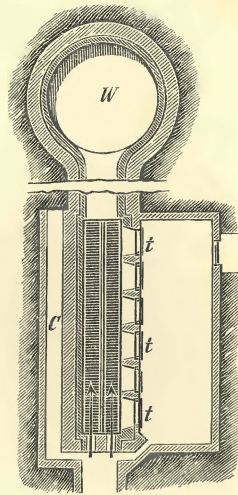


Fig. 830.

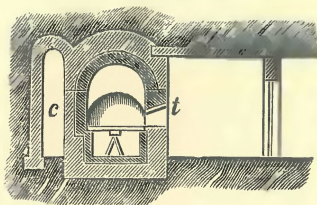


Fig. 831.

¹⁾ Jičinsky. Katechismus der Grubenwetterführung Mähr. Ostrau, 1901, str. 96.

Przy niewielkich wymiarach szybu wystarcza jeden piec z rusztem mającym około 4 m^2 powierzchni. Dla większych kopalń potrzeba jest 2 lub 3 piece albo też jeden piec z kilkoma rusztami, powierzchnia których wynosi od 6 do 8 a nawet i 10 metr. kwadr. Na figurach 830 i 831 przedstawiony jest piec jaki był urządzony w kopalni Heinitz około Saarbrücken. Powierzchnia rusztu w tym piecu wynosiła $7,33 \times 1,21 = 8,87$ metr. kwadr., z jednej strony było sześć drzwiczek do zarzucania węgla, a z drugiej kanał izolacyjny C.

Nie zważając na wszystkie zalety pieców przewietrzających, wychodzą one coraz więcej z użycia, ponieważ piec z niewygasającym ogniem zawsze przedstawia pewne niebezpieczeństwo w kopalni. Tam zaś gdzie wydziela się gaz wybuchający, niebezpieczeństwo jest bardzo wielkie, bo w razie wybuchu dostęp do pieca, a więc i podtrzymanie przewiewu jest niemożliwym, wreszcie i sam piec może być przy wybuchu zburzonym. Jeżeli zaś wskutek wybuchu strumień przyprływającego powietrza zmieni kierunek (co zawsze jest możliwym) kopalnia wypełni się dymem, a po części i tlenkiem węgla, wskutek czego roboty ratunkowe będą znacznie utrudnione. Dlatego też w wielu miejscach budowa pieców przewietrzających w kopalniach, w których wydziela się gaz wybuchający, została wzbroniona.

Doświadczenia ostatnich czasów przekonały, że nawet i w kopalniach, w których się nie wydziela gaz wybuchający, piece przewietrzające przedstawiają także pewne niebezpieczeństwo, bo w razie pożaru w szybie wciągającym powietrze, lub też blisko niego, temperatura w tym szybie tak się podnosi, że działanie pieca przewietrzającego ustaje, strumień powietrza zmienia kierunek i cała kopalnia natychmiast napęlnia się dymem i gazami trującymi, ratunek zaś ludzi pozostałych w kopalni jest wtedy prawie że niemożliwy.

Nagrzewanie szybów parą. Tam, gdzie pod ziemią pracują maszyny parowe, para przeprowadza się do nich od kotłów ustawionych na powierzchni ziemi. Ponieważ zaś przewód parowy, choćby nawet najlepiej izolowany, oddaje znaczną ilość ciepła przez promieniowanie, szyb więc, w którym jest ułożony przewód parowy, zawsze się bardzo silnie nagrzewa, wskutek czego otrzymuje się, postronnie, tani i wcale niezły sposób przewietrzania. Nie należy jednak zapominać, że sposób ten ma swoje wielkie niedogodności, a nawet przedstawia pewne niebezpieczeństwo, bo wszystkie

części drewniane w szybie bardzo silnie wysychają, wskutek czego stają się nadzwyczaj łatwo zapalnymi. Jeżeli więc szyby z przewodami parowymi mają służyć jako wentylacyjne, to powinny być obudowane oprawą murową, lub żelazną, a tam gdzie mają oprawę drzewną, powinny być ciągle i silnie zraszane. Wogóle jednak szyby te nie powinny służyć do przewietrzania i najlepiej jeżeli będą zamknięte drzwiami żelaznymi.

Zamiast ogrzewania powietrza tylko ciepłem pary, próbowano jeszcze zużytkować i siłę żywą pary, wpuszczając ją pod wysokiem ciśnieniem do szybu wyciągającego zepsute powietrze z kopalni, w ten sam sposób jak wpuszczają parę do komina lokomotywy, aby zwiększyć jego ciąg. Ten jednak sposób okazał się bardzo mało skutecznym, dlatego też został zupełnie zaniechanym. Daleko lepszy skutek otrzymuje się zapomocą inżynierów.

Inżektor Körting'a (fig. 832). Działanie jego opiera się na tej samej zasadzie jak wogóle inżynierów, służących do zasilania wodą kotłów parowych. Składa się on z całego systemu lejków wchodzących jeden w drugi, a do ostatniego lejka dochodzi koniec rury, przez którą wpuszcza się para. Cały przyrząd jest zakończony kominem, który ku górze stopniowo się rozszerza. Para wchodzi przez rurę *A* do najwęższego lejka i pociąga za sobą powietrze, które wchodzi przez otwory zrobione w lejkach. *B* — przepustnica dla regulowania wpływu pary. Przyrząd umieszcza się w komorze murowanej połączonej kanałem z szybem wyciągającym zepsute powietrze z kopalni.

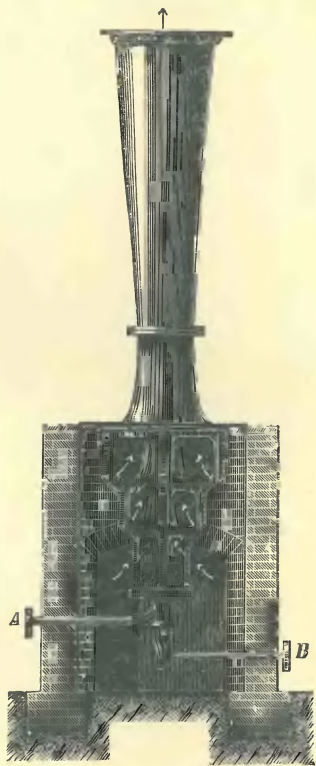


Fig. 832.

Podobne inżynierki budują obecnie dosyć znacznych wymiarów, tak że one mogą dostarczać do 13 m³ powietrza na minutę, wogóle jednak skuteczność ich działania jest bardzo nieznaczna. Dla przykładu przedstawiamy rezultaty, jakie były osiągnięte

w szybie Jakób w Ostrawie Morawskiej, gdzie inżektor Körtinga był postawiony jako rezerwa, na wypadek zepsucia się wentylatora.

	Depresya w mm. słupa wody	Objętość Q powietrza do- starczanego na sekundę	Praca $\frac{Qh}{75}$ w koniach parowych	Zużycie węgla	
				w ciągu 24 godzin	na godzinę i 1 m^3 powietrza na sekundę
Pierwsze spostrze- żenie	32	12,9	5,5	8000	25,7
Drugie spostrzeże- nie	33	13,3	5,8	8300	25,9

Rozchód pary na godzinę wynosił 817 kg., to jest tyle, ile zużywa maszyna parowa bez kondensacyi o sile 50—55 koni, węgle zaś zużywa inżektor Körting'a prawie 10 razy więcej od dobrego wentylatora Guibal'a. Zważywszy jednak, że inżektor Körting'a działa bez przerwy, nigdy się nie psuje i nie wymaga prawie żadnego nadzoru, nareszcie, że koszt jego wynosi zaledwie $\frac{1}{5}$ — $\frac{1}{7}$ kosztu dobrego wentylatora Guibal'a, trzeba przyznać, że w pewnych razach może on oddać wielkie usługi. Dlatego też bywa często używany jako rezerwa, na wypadek zepsucia się wentylatora podczas wybuchu w kopalniach, w których wydziela się gaz wybuchający. W podobnym wypadku inżektor ustawiają nie wprost nad szybem, lecz z boku i łączą go z szybem zapomocą kanału, wyłot zaś szybu zupełnie zakrywają.

Maszyny przewietrzające.

Wiadomości ogólne. Wszystkie maszyny do przewietrzania mogą być podzielone na dwie grupy, a mianowicie na *wentylatory o objętości zmiennej* i *wentylatory odśrodkowe*. Wentylatory o objętości zmiennej tem się cechują, że tworzą szczelnie zamkniętą przestrzeń, która się naprzemian powiększa i zmniejsza. Przy powiększaniu się tej przestrzeni, robi się próżnia i maszyna wciąga powietrze, a przy zmniejszaniu się jej, powietrze się zgęszcza i maszyna go wytłacza. Są to, właściwie mówiąc, pompy, które wprowadzają w ruch, w jednostce czasu, ściśle oznaczone ilości powietrza, przyczem ilość ta zależy od objętości maszyny i od szybkości jej biegu. Dają one strumień powietrza przerywany, a gdy maszyna stoi, połączenie między kopalnią i atmosferą zewnętrzną jest zupełnie zamknięte. Maszyny te dzielą się jeszcze na *maszyny wiatrowe z tłokami* i *młynki powietrzne*.

Wentylatory odśrodkowe przedstawiają koła ze skrzydłami, osadzonemi na osi, umieszczonej w komorze okrągłej z dwoma otworami, z których jedno pośrodku komory, około osi koła, a drugie na jej obwodzie. Przy obracaniu się takiego koła powietrze zawierające się między skrzydłami, pod działaniem siły odśrodkowej, będzie ciągle odrzucane w kierunku obwodu koła, jakie opisują skrzydła, wskutek czego tworzy się próżnia i przez otwór około osi wchodzi świeże powietrze na miejsce tego, które wychodzi przez drugi otwór na obwodzie.

Wentylatory odśrodkowe dają strumień powietrza bez przerwy, nie zamykają połączenia pomiędzy kopalnią, z której wyciągają powietrze i atmosferą zewnętrzną, do której go wtłaczają, a ilość dostarczanego przez nie powietrza nie zależy od objętości wentylatora. Mogą one przy stosunkowo niewielkich wymiarach, lecz znaczniejszej liczbie obrotów, poruszać ogromne ilości powietrza i to jest ich wielką zaletą. Wen-

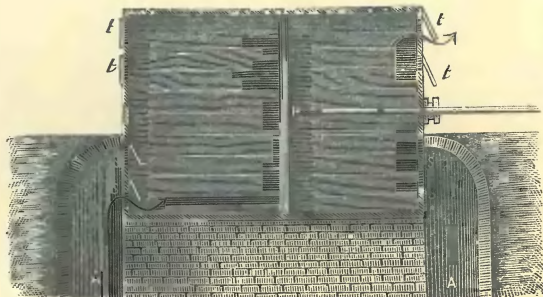


Fig 883.

tylatory mogą być dwojakiego rodzaju, jedne są większe i cięższe i te mają ruch powolny, drugie są mniejsze i lżejsze, ale bardzo szybko chodzą. Dotąd praktyka nie wykazała jeszcze, które z tych dwóch typów wentylatorów dają w kopalniach lepsze rezultaty.

Maszyny tłokowe. Maszyny tłokowe przedstawiają obszerne komory czworokątne lub cylindryczne z przepustnicami kłapowymi ssącymi i tłoczącymi. Przepustnice ssące otwierają się do wnętrza komory, w kanale łączącym komorę z szybem wyciągającym zepsute powietrze z kopalni, a przepustnice tłoczące otwierają się nazewnątrz. Wewnątrz komory znajduje się tłok połączony z maszyną parową, która go porusza naprzemian w jedną i drugą stronę i zmusza zapomocą przepustnic ssących wyciągać zepsute powietrze z kopalni. Jako przykład tego rodzaju maszyn wiatrowych opiszemy maszynę Nixon'a i maszynę Struve'go.

Maszyna wiatrowa Nixon'a (fig. 833). Składa się z obszernej skrzyni drewnianej, o przekroju czworokątnym, opatrzonej przepustnicami ssącymi *s* i tłoczącymi *t*. W tej skrzyni chodzi tłok poruszany przez oddzielną maszynę parową. Przepustnice ssące wciągają powietrze z kanału *A*, połączonego z szybem wyciągającym, przepustnice zaś tłoczące otwierają się nazewnątrz. Maszyny te przeważnie używają się w Anglii, wymiary ich bywają tak znaczne, że mogą one dostarczać do 80 metr. sześć. powietrza na sekundę.

Maszyna wiatrowa Struve'go. Aby uniknąć tarcia tłoków w maszynie Nixon'a i innych tego rodzaju maszynach, Struve zbudował maszynę dzwonową, w której zamiast tłoka, w zbiorniku na-

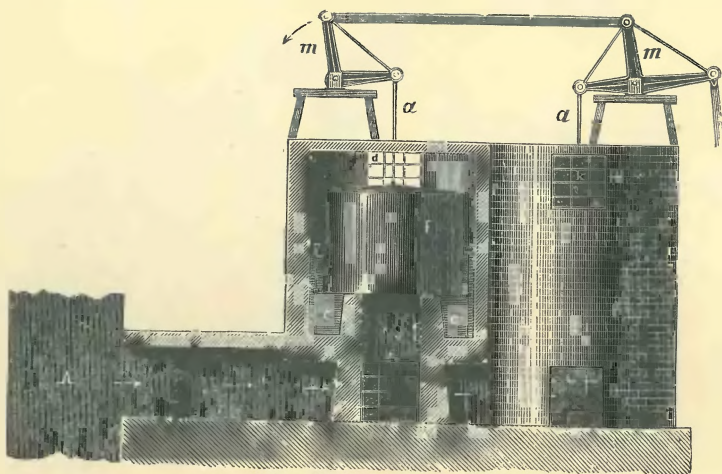


Fig. 834.

pełnionym wodą i mającym kształt pierścienia, porusza się dzwon, albo raczej każd żelazna odwrócona dnem do góry. Maszyna Struve'go (fig. 834) składa się z dwóch komór murowanych *B*, w tylnej ścianie których zrobione są dwa otwory, jeden u góry z przepustnicami ssącymi *d*, a drugi u dołu z takimi samymi przepustnicami ssącymi *h*, otwierającymi się wewnątrz komór. Po za przepustnicami ssącymi, z tyłu każdej z komór i przez całą ich wysokość, idzie kanał murowany (niewidoczny na rysunku), tworzący jedną całość z komorami. Zapomocą tego kanału komory łączą się z poziomym kanałem *b*, idącym od szybu *A*, wyciągającego zepsute powietrze z kopalni. Z przedniej strony, w każdej z komór, są dwa otwory

(jeden u góry, drugi u dołu) z przepustnicami tłoczącymi *k*, otwierającymi się nazewnątrz.

Wewnątrz każdej z komór znajduje się omurowana przestrzeń *C* mająca kształt pierścienia, napełniona wodą, w której pomieszcza się kadź żelazna *f*, obrócona dnem do góry. Kadzie te są połączone zapomocą drążków *a* i trójkątów *m* z maszyną parową, poruszającą je naprzemian do góry i na dół. Gdy kadź *f* idzie do góry, w kanale *g*, który ona przykrywa, robi się próżnia, przepustnice więc ssące *h*, umieszczone u dołu komory *B* otwierają się i powietrze z szybu *A* wchodzi pod kadź, a jednocześnie powietrze zawarte w górnej części komory nad poziomem wody, ciśnieniem swoim otwiera przepustnice tłoczące *k* (umieszczone w górnej części ko-

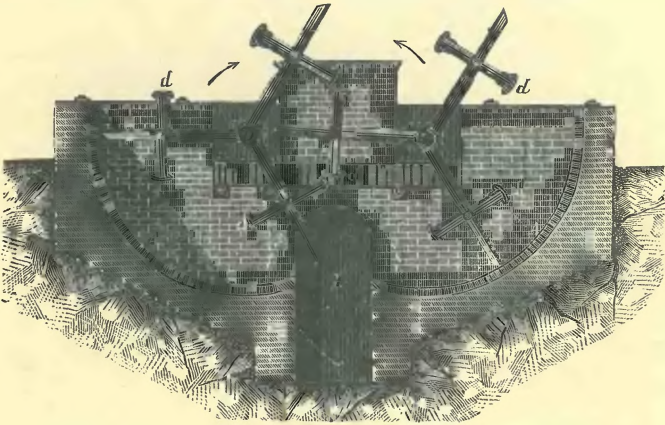


Fig. 835.

mory, i wychodzi nazewnątrz. Gdy kadź *f* opuszcza się na dół, powstaje próżnia w górnej części komory, górne więc przepustnice ssące *d* otwierają się i powietrze z szybu *A* wchodzi do górnej części komory, a jednocześnie powietrze zawarte w dolnej części komory, ciśnieniem swoim otwiera dolne przepustnice tłoczące *k*.

Młynki powietrzne. Młynki powietrzne działają w ten sam sposób jak i maszyny tłokowe, ale budowa ich jest zupełnie inną. Próżnia w młynkach tworzy się nie wskutek ruchu tłoka, lecz wskutek ruchu wirowego łopatek młynka, przestrzeń między którymi, przy każdym obrocie wała, na którym są osadzone łopatki, stopniowo się zwiększa. Z pomiędzy młynków powietrznych dwa są dosyć rozpowszechnione, wentylator Fabry i wentylator Lemielle'a.

Wentylator Fabry (fig. 835 i 836). W omurowanej przestrzeni *A* (do której dochodzi kanał *B*, idący od szybu wyciągającego powietrze zepsute z kopalni) obracają się w strony przeciwne, 2 młynki, osadzone na wałach *D* spoczywających w łożyskach *H*. Jeden z nich otrzymuje ruch od maszyny parowej i przenosi go na młynek drugi, zapomocą przekładni kół zębatach o jednakowej średnicy. *E*—koło zamachowe regulujące ruch młynków.

Każdy młynek składa się z trzech podwójnych ramion w kształcie krzyża, obitych cienkimi deskami, tworzącemi łopatki. Końce *d* łopatek są zaokrąglone i obłożone na powierzchni i na krawędziach skórą. Same zaś łopatki są rozłożone w ten sposób, że

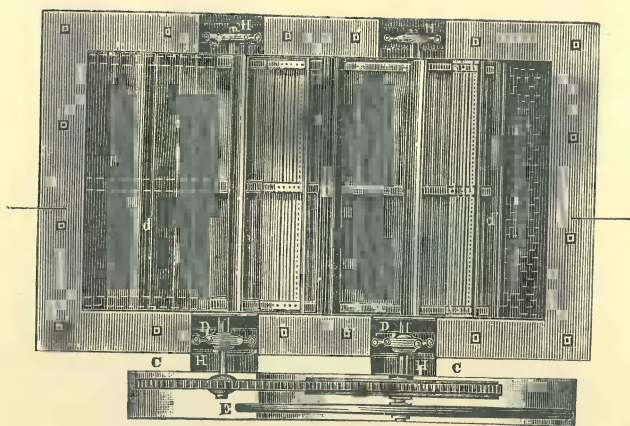


Fig. 836.

obydwa młynki, w każdym położeniu, tworzą szczelne od góry zamknięcie.

Z figury 837 można zauważyć że, przy całkowitym obrocie, każdy z młynków wyciąga z kopalni objętość powietrza równą potrójnej objętości przestrzeni zawartej pomiędzy dwiema sąsiednimi łopatkami młynka i obwodem, jaki opisuje koniec łopatki, to jest, że przy każdym obrocie wentylatora (dwóch młynków) wyciąga się z kopalni objętość powietrza 6 razy większa od objętości przestrzeni *M*. Lecz w tym samym czasie, wskutek ruchu łopatek, każdy młynek wpędza napowrót do kopalni objętość powietrza równą trzy razy wziętej objętości przestrzeni *M'*, czyli że przy każdym obrocie wentylatora wtłacza się napowrót do kopalni objętość powietrza równą 6 *M'*, tym więc sposobem rzeczywista objętość po-

wietrza, jaką wentylator wyciąga z kopalni, przy każdym obrocie, jest równą różnicy pomiędzy $6M$ i $6M'$. Ta zaś różnica jest prawie równą podwójnej objętości przestrzeni, mającej kształt pierścienia, zawartego między kołami zatoczonymi promieniami R i r . Jeżeli więc przez L oznaczymy szerokość wentylatora, to objętość Q powietrza, jaką on wyciąga z kopalni, przy każdym obrocie wentylatora, wyrazi się równaniem:

$$Q = 2\pi (R^2 - r^2) L.$$

Dla prawidłowego działania wentylatora potrzeba zachować pewien stosunek pomiędzy promieniami R i r . Zwykle w wentylatorach Fabry promień r robią równym jednemu metrowi, a długość wentylatora 2 metry i wtedy przy prędkości wentylatora do 30 obrotów na minutę (większej prędkości tym wentylatorom dawać nie można) wentylator wyciąga z kopalni od 10 do 12 m³ powietrza na sekundę. Większych wymiarów nie dają wentylatorom Fabry, a jeżeli jeden taki wentylator nie wystarcza, to stawiają nad szybem 2, 3 a nawet i 4 wentylatory Fabry.

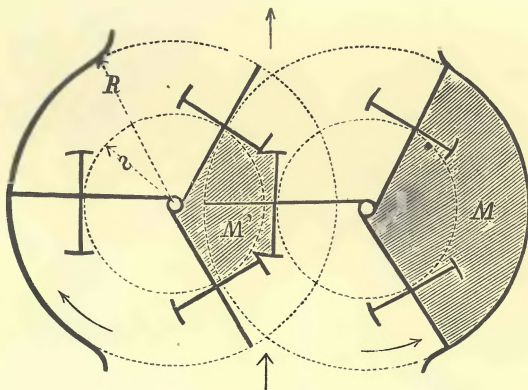


Fig. 837.

Wielki niedostatek wentylatorów Fabry polega na tem, że wskutek swej lekkiej i słabej konstrukcyi są nietrwałe i łatwo się psują.

Wentylator Lemielle'a (fig. 838). Składa się z obszernej komory wymurowanej z cegły w kształcie walca, która się łączy z jednej strony kanałem A , z szybem wyciągającym zepsute powietrze z kopalni, a z drugiej strony, kanałem A' , z atmosferą zewnętrzną. Wewnątrz tej komory obraca się, jak mimośród, sześciokątny bęben, ustawiony pionowo i osadzony na wale o , mającym kształt korby. Do trzech krawędzi tego bębna są przytwierdzone, na zawiasach, trzy skrzydła, zewnętrzne krawędzie których (przeciwniegle zawiasom) przymocowują się zapomocą drążków żelaznych,

do wału głównego i mianowicie do tej jego części, która nie jest wygiętą i która znajduje się w samym środku o' komory. Drażki, zapomocą których skrzydła są przytwierdzone do wału, wchodzą

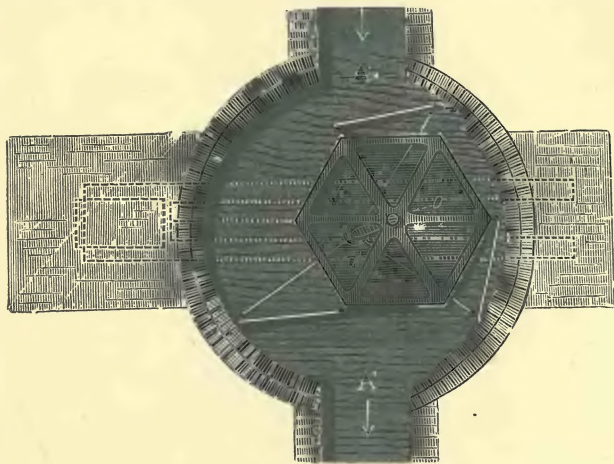


Fig. 838.



Fig. 839.

w wycięcia zrobione w ścianach bębna i połączone z wałem w ten sposób, że z łatwością mogą się naokoło niego obracać.

Gdy bęben obracając się dochodzi do kanału A , skrzydła otwierają się i są otwarte dotąd, póki nie przejdą po za kanał A' . Dalej zaś po przejściu kanału A' znowu się zamykają i otwierają dopiero, gdy dojdą do kanału A . Tym sposobem, przy każdym obrocie bębna, wentylator wyciąga z kopalni objętość powietrza równą 3 razy wziętej objętości M (fig. 839). Z drugiej jednak strony, w tym samym czasie, wtłacza napowrót do kopalni objętość po-

wietrza równą 3 razy wziętej objętości M' , w ostatecznym więc rezultacie wentylator, przy każdym obrocie bębna, wyciąga z kopalni objętość powietrza $3(M - M')$.

Wentylator Lemielle'a może mieć wymiary daleko większe od wentylatora Fabry i działa bardzo dobrze, ale budowa jego jest nie-trwała, bo siła działająca na wał wentylatora, w zależności od położenia skrzydeł, ciągle się zmienia, wskutek czego wentylator łatwo się psuje. Dlatego też nie znalazł on obszerniejszego zastosowania.

Wentylatory odśrodkowe. Jak powiedzieliśmy wyżej, wentylatory odśrodkowe przedstawiają wał, wzdłuż osi którego, w kierunku promieni, przytwierdzone są skrzydła. Wał umieszcza się w komorze z dwoma otworami, z których jeden w środku komory, naokoło wału, a drugi na jej obwodzie. Jeżeli taki wał wprowadzimy w szybki ruch wirowy, powietrze zawarte między skrzydłami, wskutek siły odśrodkowej, będzie ciągle odrzucane w kierunku obwodu koła, jakie opisują skrzydła, dzięki zaś próżni tworzącej się między skrzydłami, świeże powietrze zacznie wchodzić przez otwór pozostawiony naokoło wału. Gdy więc otwór w ścianie pionowej naokoło wału, połączymy z szybem, to, wskutek próżni tworzącej się między skrzydłami, powietrze z szybu zacznie wchodzić między skrzydła i wychodzić przez otwór na obwodzie komory, otrzymamy więc przewiew stały. Bedzie to przewietrzanie ssące. Jeżeli zaś otwór na obwodzie połączymy z szybem, a otwór ssący, ęto jest otwór naokoło wału z atmosferą, będziemy mieli przewietrzanie tłoczące. W pierwszym wypadku, to jest przy przewietrzaniu ssącym otwór naokoło wału należy połączyć z szybem wyciągającym powietrze z kopalni, a w drugim wypadku, to jest przy przewietrzaniu tłoczącym, otwór na obwodzie łączy się z szybem wciągającym świeże powietrze do kopalni. W obu wypadkach wentylator może być ustawiony na powierzchni lub pod ziemią w samej kopalni. Gdy wentylator ma przewietrzać całą kopalnię, zwykle zastosowują przewietrzanie ssące, przeciwnie, dla przewietrzania oddzielnych części kopalni przeważnie używają małych wentylatorów tłoczących.

Pierwotnie wentylatory odśrodkowe urządzano w ten sposób, że wał ze skrzydłami umieszczali pomiędzy dwiema ścianami pionowymi, które z wierzchu i z boków niczem nie były zakryte. W ten sposób jednak urządzony wentylator, jak to pierwszy uważał profesor Guibal ¹⁾, nie daje dobrych rezultatów, ponieważ

¹⁾ Cours de ventilation des mines professé par T. Guibal, str. 402.

na obwodzie wentylatora powstają silne falowania i wiry, wskutek których pewna ilość powietrza wychodzącego z wentylatora zostaje napowrót do niego wpędzona, co znacznie zmniejsza skuteczność działania wentylatora. Guibal przekonał się o tem, rzucając, około obwodu wentylatora, drobno pocięte papierki, z których jedne wentylator zaraz odrzucał, a drugie, przeciwnie, z początku wciągał do pewnej głębokości między skrzydła, a następnie wyrzucał na zewnątrz. Falowanie powietrza na obwodzie wentylatora przedstawia graficznie figura 840. Pochodzi ono wskutek znacznej różnicy w wymiarach otworów, przez które powietrze wchodzi do wentyla-

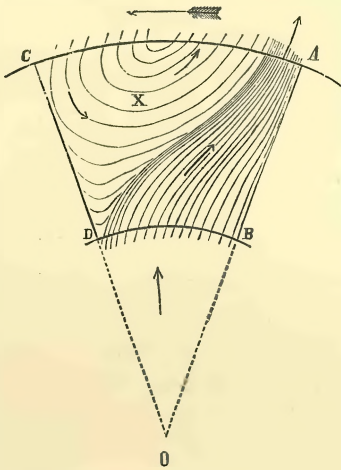


Fig. 840.

tora i z niego wychodzi, jest więc widocznem, że powietrze wychodzące z pomiędzy skrzydeł nie jest w stanie wypływać strumieniem nieprzerwanym, z całej szerokości przestrzeni zawartej między skrzydłami. Podczas więc, gdy po jednej stronie skrzydła, wentylator zgęszcza powietrze, po drugiej stronie skrzydła on go rozrzedza, jednocześnie więc ze strumieniem powietrza wychodzącego, powstaje strumień powrotny i ten to strumień powrotny był przyczyną małej skuteczności dzia-

łania starych wentylatorów. Aby zapobiedz tworzeniu się strumienia powrotnego, Guibalowi przyszła myśl otoczyć wentylator powłoką nieprzenikliwą dla powietrza, to jest umieścić wentylator w komorze, mającej kształt koła, opisywanego końcami skrzydeł, na obwodzie której zrobiony jest tylko jeden otwór, przez który powietrze może wychodzić.

Następnie Guibal, zapomocą szeregu doświadczeń, doszedł do tego, że znalazł najodpowiedniejszą wielkość otworu wychodowego, mianowicie przekonał się on, że gdy wielkość otworu wychodowego regulowała się zapomocą odpowiednio urządzonej zasłony w stosunku do temperamentu kopalni $\frac{Q^2}{h}$, wtedy, przy jednako-

wej ilości obrotów wentylatora, otrzymywało się rozrzedzenie powietrza (depresja) o $\frac{1}{3}$ większe aniżeli wprzód, gdy wielkość otworu wychodowego nie była regulowaną.

Powietrze wychodzące z wentylatora ze znaczną szybkością, zawiera w sobie jeszcze pewną żywą siłę, która już była straconą, aby tej straty uniknąć, a przynajmniej znacznie ją zmniejszyć, Guibal połączył otwór wychodowy wentylatora z kominem, przekrój którego u dołu jest mniej więcej równy płaszczyźnie otworu wychodowego wentylatora i który następnie ku górze stopniowo się rozszerza. Powietrze wychodzące z wentylatora z bardzo wielką szybkością, przechodząc przez taki komin, stopniowo traci tę szybkość, a siła zużyta na nadanie powietrzu tej szybkości, zużytkowuje się na wytworzenie ciągu w kominie.

Komin, który nazywają *difuzorem*, zwykle budują pionowy, gdyby go zrobić poziomym, gaz wybuchający i pył węglowy, jaki przez niego wychodzi, łatwiej mógłby przyjść w zetknięciu z płomieniem i zapalić się, a prócz tego wiatr przeciwny tamowałby swobodne wypływanie powietrza z komina. Najlepiej gdy powietrze wchodzi do komina pod kątem 8 — 10°.

W ten sposób urządzone wentylatory odśrodkowe znalazły powszechne zastosowanie w kopalniach, one mogą dostarczać ogromne ilości powietrza więcej aniżeli 100 m³ na sekundę i są bezwzględnie lepsze od maszyn tłokowych i młynków powietrznych.

Wentylatory odśrodkowe mogą być rozdzielone na dwie grupy, a mianowicie na wentylatory o znacznej średnicy, z małą liczbą skrzydeł, które przy powolnym ruchu mają już na obwodzie dostateczną prędkość; aby dostarczyć do kopalni niezbędną ilość powietrza, takie wentylatory nazywają *wolnochończącymi* i na wentylatory o małej średnicy, ze znaczną liczbą skrzydeł, które dla nabycia tej prędkości, jaka jest niezbędną dla dostarczenia potrzebnej ilości powietrza, muszą robić znaczną ilość obrotów. Te wentylatory nazywają *szybkochodzącymi*. Wentylatory wolnochońjące, z małą liczbą obrotów, stawiają w *szerokich* kopalniach i łączą bezpośrednio z maszyną parową. Wentylatory szybkochodzące bardziej się nadają do *wązkich* kopalń, są one połączone z maszyną za pomocą rzemieni lub przekładni.

Wentylator Guibal'a. Wentylator Guibal'a należy do wolnochońjących, używa się w kopalniach szerokich, z wielkim otworem równoznacznym i wielkim temperamentem, skuteczna praca jego jest wyższą aniżeli innych wentylatorów. Zwykle wentylator

Guibal'a jest pałączony bezpośrednio z maszyną parową, wprowadzającą go w ruch, a jeżeli jest połączony zapomocą pasa, to w każdym razie bez zmiany szybkości ruchu, tak że liczba jego obrotów jest równą liczbie obrotów maszyny. Średnica tych wentylatorów wynosi od 3,5 do 15 metr. przy szerokości od 1 do 3,7 metr. i przy ilości skrzydeł od 6 do 10, najczęściej jednak budują ich o średnicy od 7 do 9 m. i o 8 skrzydłach. Budowa ich jest następująca (fig. 841). Na wale stalowym, lub z żelaza kutego, o średnicy

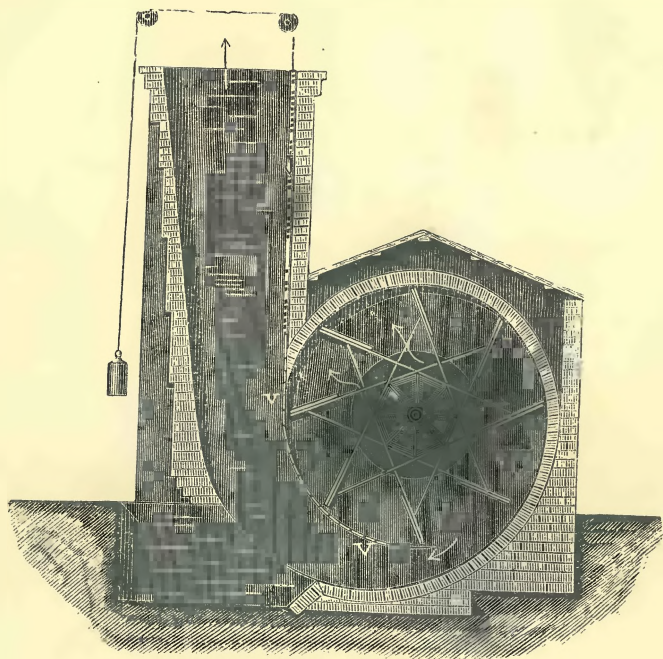


Fig. 841.

250 – 350 mm., co zależy od średnicy i ciężaru koła, osadzają, w odległości takiej jaka ma być szerokość wentylatora, dwie rozety z lanego żelaza, mające kształt wielokąta o tylu bokach, ile skrzydeł ma mieć wentylator. Jeżeli szerokość wentylatora przenosi 2,5 metr., to osadzają 3 rozety. Otwory w rozetach powinny być jak największe, aby nie tamowały przepływu powietrza. Do boków każdej z tych rozet przytwierdzają sztaby żelazne, które tworzą ramiona skrzydeł, a do tych ramion przyśrubowują w poprzek deski bukowe 3–4 ctm. grube, lub też blachy żelazne 3 – 4 mm.

grube, które razem z ramionami tworzą skrzydła. Sztaby żelazne muszą być na końcach trochę wygięte w ten sposób, aby końce skrzydeł były prostopadłe do obwodu koła, jakie skrzydła mają opisywać. Jest to niezbędne dla nadania właściwego kierunku strumieniowi powietrza wchodzącego do komina.

Komora, w której umieszcza się koło ze skrzydłami, jest murowana, sklepienie jej opiera się, od strony komina, na belce żelaznej, osadzonej w murze nad otworem prowadzącym do komina. Wysokość komina wynosi od 7 do 9 m. powyżej osi, na której jest osadzone koło ze skrzydłami.

Pomiędzy komorą wentylatora a kominem, urządzona jest przegroda VV (fig. 841), składająca się z płyt żelaznych, umieszczonych w wyłobieniu, mającem kształt łuku koła, przyczem płyty połączone są z sobą w ten sposób, że jedna płyta może zachodzić za drugą jak w żaluzji. Od tej przegrody idą łańcuchy do windy, zapomocą której przegrodę można podnosić lub opuszczać i tym sposobem otwór, przez który wychodzi powietrze z wentylatora, powiększać lub zmniejszać. Wielkość tego otworu nie jest dowolną, musi być ona w pewnym stosunku do temperamentu kopalni, a więc do jej oporu i do wielkości jej otworu równoznaczne-go. Wielkość jego oznaczają zapomocą doświadczenia w ten sposób, że po ustawieniu wentylatora, przegrodę podnoszą stopniowo dotąd, póki, przy jednakowej ilości obrotów maszyny, zwiększa się depresja w kanale ssącym wentylatora. Ten jednak sposób ma swoje niedogodności, bo największa depresja nie zawsze odpowiada największej ilości wyciąganego powietrza, dlatego też lepiej jest regulować wielkość tego otworu nie według największej depresji, lecz według największej ilości wyciąganego z kopalni powietrza, co uskutecznia się następującym sposobem. Mierzą ilość powietrza, jaka przechodzi przez kopalnię i dzielą ją przez liczbę obrotów, jaką wentylator robi w ciągu jednej sekundy, otrzymuje się więc ilość q powietrza, jaką wentylator wciąga podczas jednego obrotu, to jest $q = \frac{Q60}{N}$. Następnie podnoszą stopniowo przegrodę VV

dotąd, póki się nie otrzyma największej wartości dla q .

Oznaczona w ten sposób wielkość otworu przyjmuje się za normalną i zmienia się ją tylko w takim razie, jeżeli został zmienionym przekrój poprzeczny chodników powietrznych w kopalni.

Przy regulowaniu wielkości otworu maszynę można puszczać z dowolną prędkością, a gdy przegroda jest już należyte ustawio-

na i wielkość otworu wyregulowaną, stosunek $\frac{Q}{N}$ można zmieniać w dosyć szerokich granicach.

Wentylator Guibala, przy wszystkich swoich zaletach, ma także i swoje niedostatki. Przedewszystkiem, ponieważ liczba obrotów wentylatora jest niewielką, więc aby otrzymać tę depresję i tę ilość powietrza, jaka jest niezbędną dla dzisiejszych kopalń, koło ze skrzydłami musi mieć wielką średnicę. Wielkie zaś koła są ciężkie i zajmują dużo miejsca, co znowu przedstawia bardzo wielkie niedogodności szczególnie wtedy, jeżeli wentylator ma być ustawiony pod ziemią. Wreszcie wentylator jest drogi i wymaga dla swego pomieszczenia dużego i kosztownego budynku. Prócz tego, ponieważ zewnętrzna powłoka, otaczająca wentylator, na przestrzeni $\frac{3}{4}$ obwołu, jest w bardzo niewielkiej odległości od koła, więc powietrze może wychodzić tylko na przestrzeni $\frac{1}{4}$ obwołu, na pozostających zaś $\frac{3}{4}$ częściach obwołu musi być zgęszczone, wskutek czego nie wypływa równomiernym i nieprzerwanym strumieniem, lecz wyrzucane jest kłębami, co znowu powoduje drgania skrzydeł, które są bardzo niebezpieczne, gdyż mogą być przyczyną ich złamania. Skrzydła więc muszą być bardzo mocno zbudowane i umocowane podporami, co w praktyce jest trudne do wykonania.

Nowsze wentylatory o małych średnicach i z większą ilością obrotów.

Jak wyżej powiedzieliśmy, wentylator Guibala, wskutek swej wielkiej średnicy i znacznego ciężaru, jest droгим i wymaga dla swego pomieszczenia wielkiego i kosztownego budynku, dlatego też starano się zbudować wentylatory o małych średnicach, wprowadzane w ruch zapomocą przekładni, które byłyby znacznie lżejsze i tańsze, a jednak mogłyby dostarczać wielkie ilości powietrza i których skuteczna praca byłaby mniej więcej równą pracy wentylatora Guibala.

Oczywiście, że w małych wentylatorach zachodzi konieczność przepuszczania wielkiej ilości powietrza z bardzo wielką prędkością, wskutek czego opór, przy przechodzeniu powietrza przez wentylator, wzrasta w stosunku do kwadratów z prędkości. Przedewszystkiem więc przy budowie małych wentylatorów należy się starać zmniejszyć opór, jaki powietrze doznaje, przechodząc przez

wentylator, robiąc kanały zupełnie gładkie i unikając zbytecznych zagięć i raptownych zmian przekroju. Prócz tego w małych wenty-

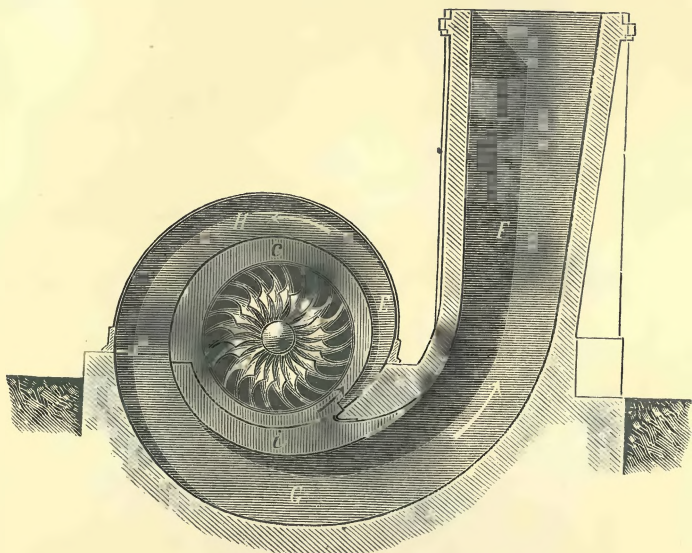


Fig. 842.

latorach, koła otrzymują dwa, a nawet trzy razy większą liczbę skrzydeł, aniżeli w wielkich.

Wentylator Rateau (fig. 842, 843 i 844). Figura 842 przedstawia przecięcie prostopadłe do osi, figura 843 przecięcie wzdłuż osi, a figura 844 wentylator w komorze żelaznej, od którego została odjęta rura ssąca. Wentylator Rateau składa się

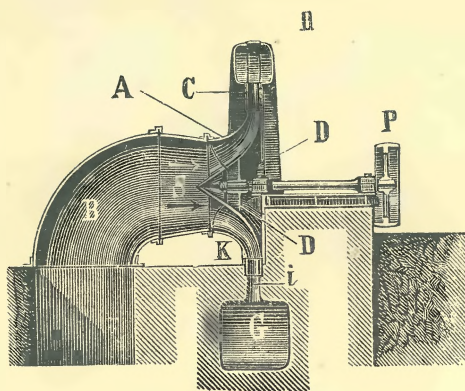


Fig. 843.

z dwóch głównych części: ruchomego koła ze skrzydłami, to jest, właściwie mówiąc, z turbiny i z nieruchomego transformatora, służącego do zamiany żywej siły wychodzącego powietrza na ciśnienie.

Koło ze skrzydłami składa się z dna, które na obwodzie koła jest prostopadłe do osi, a dalej wydłuża się w kształcie stożka *S*, wewnątrz którego znajduje się rozeta *D*, zapomocą której dno jest osadzone na wale. Dno jest z lanego żelaza, część jego ponad rozetą, a mianowicie wierzchołek stożka *S*, wchodzi do kanału ssącego *B*, który w tem miejscu odpowiednio się rozszerza, przyjmując kształt trąby. Do dna są przytwierdzone skrzydła *A* z blachy stalowej, w liczbie od 18 do 30, co zależy od wielkości wentylatora. Skrzydła mają szczególną budowę, są one odcisnięte w prasie hy-

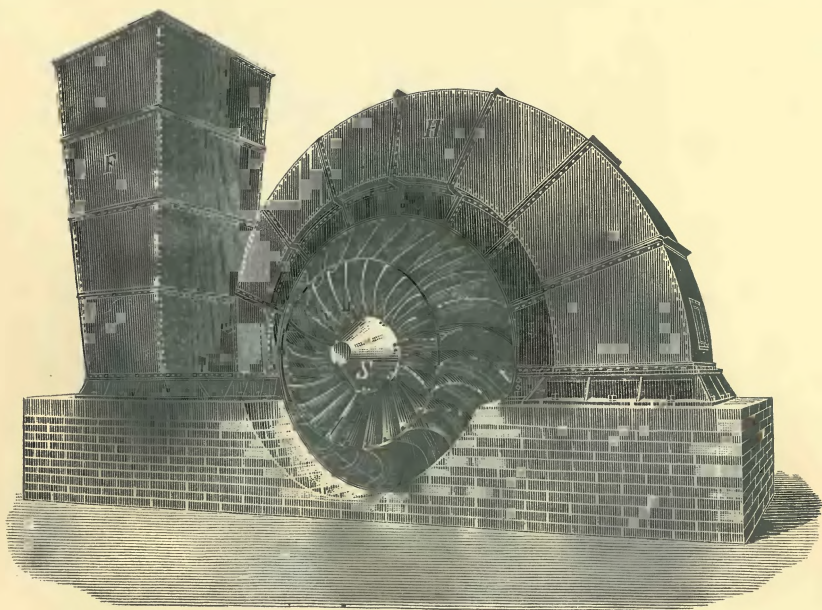


Fig. 844.

draulicznej w ten sposób, że tworzą płaszczyznę podwójnie zgiętą i zakrzywioną ku przodowi. Szerokość skrzydeł jest tak obliczoną, aby prędkość, z jaką powietrze wychodzi z pomiędzy skrzydeł, stopniowo cokolwiek wzrastała. Wskutek takiego urządzenia powietrze, które wchodzi do koła w kierunku osi, a wychodzi na jego obwodzie, wypływa z koła zupełnie równomiernie strumieniem ciągłym.

Koło obraca się w komorze *K* szczelnie obchwytyjącej stożek, tak, że między skrzydłami i ścianami komory pozostaje się tylko mała przestrzeń. Dolna część komory jest murowaną, górna zwykle żelazną. Z jednej strony komora łączy się z kanałem ssącym *B*,

przez który powietrze wchodzi do wentylatora, a z drugiej strony z transformatorem całkowicie zamkniętym, który się składa z dwóch części. Wewnętrzną jego część tworzy wąski kanał $c i$, w kształcie węzownicy otaczającej koło ze skrzydłami. Szerokość tego kanału jest na całej długości jednakową i równą szerokości koła ze skrzydłami na jego obwodzie, a wysokość kanału $c i$, zaczynając od początku kanału, ciągle się zwiększa w kierunku promienia.

Z tego kanału powietrze przechodzi do drugiego zewnętrznego kanału $E H G$, o przekroju kwadratowym lub okrągłym, który otacza kanał $i c$ i podobnie jak on ma kształt węzownicy, a następnie do komina F stopniowo się rozszerzającego. Dzięki temu transformatorowi siła żywa, jaką zawiera w sobie powietrze wychodzące z koła, ze skrzydłami całkowicie się zamienia na ciśnienie.

Wał, na którym jest osadzone koło ze skrzydłami, jest umieszczony w dwóch łożyskach, znajdujących się na zewnątrz wentylatora, umocowanych na ramie przytwierdzonej do muru.

P —koło pasowe, zapomocą którego wentylator wprowadza się w ruch. Jest ono osadzone na samym końcu wała i w razie jeżeli zachodzi potrzeba zmienić ilość obrotów wentylatora, łatwo może być zdjęte i zamienione na inne.

Wentylator Rateau należy do najlepszych jakie obecnie są znane. Budowa jego jest mocna, wymiary nie wielkie, ustawianie jego jest proste i łatwe, jak również z łatwością może być rozebrany i przeniesiony.

Wentylatory Rateau wyrabiają większe, dla przewietrzania całych kopalń, o średnicy koła od 1 do 4 metr. i o średnicy otworu ssącego od 0,60 metr. do 2,40 metr. i małe wentylatory o średnicy 200—700 mm., dla przewietrzania oddzielnych części kopalń.

Wentylator mający 2 metry średnicy przy 191 obrotach na minutę i przy otworze równoznacznym kopalni 0,70 m², wytwarza depresję 48 mm. słupa wody i dostarcza 14 m³ powietrza na sekundę. Zwiększając jego prędkość do 287 obrotów, otrzymuje się depresję 108 mm. i 21 m³ powietrza ¹⁾.

Wentylator Geisler'a (fig. 845, 846 i 847). Figury 845 i 846 przedstawiają wentylator Geisler'a, ustawiony pod ziemią w kopalni Schamrock, a figura 847 przedstawia wentylator Geisler'a bez otaczającej go komory, to jest same koło ze skrzydłami. Koło ze

¹⁾ *Haton de la Goupillière. Cours d'exploitation des mines, t. 2, str. 627.*

skrzydłami *B* (fig. 845) w wentylatorze Geisler'a składa się z okrągłej i płaskiej tarczy, zrobionej z grubej blachy żelaznej, do której

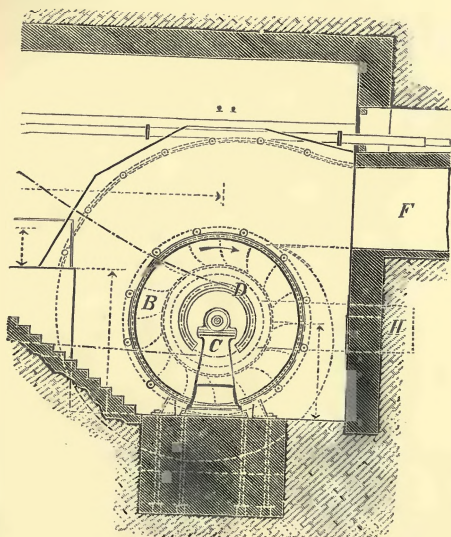


Fig. 845.

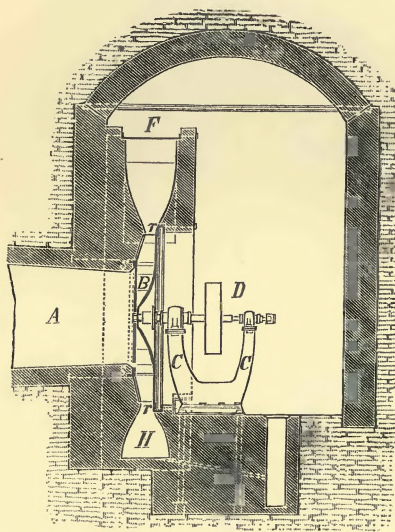


Fig. 846.

są przynitowane skrzydła, nie dochodzące do środka tarczy. Skrzydła te, około obwodu tarczy, idą w kierunku promieni, a dalej ku środkowi zakrzywiają się w stronę, w którą się koło obraca, pokryte one są drugą tarczą *a* (fig. 847) z otworem w środku, a ponieważ wysokość skrzydeł ku środkowi tarczy cokolwiek się zwiększa, więc pokrywająca je tarcza *a* ma kształt ściętego stożka. Widzimy więc, że koło ze skrzydłami przedstawia tu dwie tarcze, z których jedna płaska a druga stożkowa z wycięciem po środku. Tarcze te są połączone z sobą przegrodkami, które rozdzielają całą przestrzeń między nimi na oddzielne komory otwarte z dwóch przeciwnych stron, przyczem wysokość tych komór, zaczynając od środka tarczy stopniowo się zmniejsza ku obwodowi (fig. 847). W samym środku płaskiej tarczy, tworzącej jakby dno koła ze skrzydłami, przytwierdzony jest stożek *b* (fig. 847), od podstawy którego zaczynają się skrzydła. Do zewnętrznego obwodu *t*

tarczy płaskiej, jak również i do wewnętrznego obwodu *z* (fig. 847) tarczy stożkowej, są przynitowane pierścienie żelazne obtoczone,

które wchodzi w dobrze do nich dopasowane pierścienie $r s$ (fig. 846) z lanego żelaza, wmurowane w komorę otaczającą wentylator, tak że koło ze skrzydłami można zupełnie blisko przysunąć do pierścieni $r s$ i tym sposobem utworzyć szczelne połączenie pomiędzy komorą i kołem, nie dopuszczające żadnej straty powietrza.

Powietrze wchodzi do koła przez kanał ssący A (fig. 846) który dochodząc do koła rozszerza się w kształcie trąby, ponieważ jednak dno koła ze skrzydłami wydłuża się w stożek wchodzący do tego kanału, więc przekroj poprzeczny kanału nie zmienia się

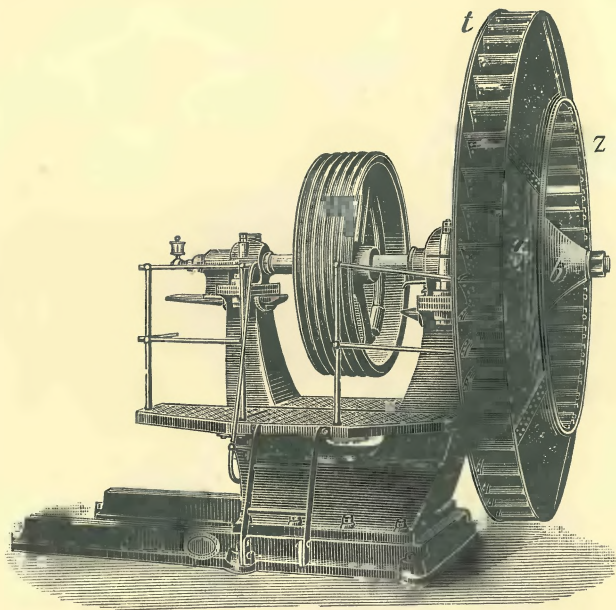


Fig. 847.

i powietrze przechodząc przez zakrzywione kanały, chociaż przy-
pływa w kierunku osi, a wychodzi z koła w kierunku promieni,
nie zmienia swej prędkości i wypływa strumieniem ciągłym.

Komora otaczająca koło ze skrzydłami jest w ten sposób
urządzona, że ściany jej dochodzą do obwodu koła tylko w jednym
miejscu, dalej zaś stopniowo się ona rozszerza w kształcie wężo-
wnicy, tak, że na około obwodu koła ze skrzydłami jest stopniowo
zwiększająca się wolna przestrzeń, dochodząca do kanału wychodo-
wego F . Również i w poprzecznym przekroju przestrzeń ta, która
na figurze 846 jest oznaczona literą H , zaczynając od skrzydeł,
stopniowo się rozszerza. Jeżeli wentylator jest ustawiony na po-

wierzchni ziemi, kanał wychodowy F jest doprowadzony do stopniowo rozszerzającego się komina, w którym powietrze wychodzące z wentylatora zmniejsza swą prędkość, zamieniając zawierającą się w nim żywą siłę na ciśnienie.

Koło ze skrzydłami osadza się na samym końcu wała umieszczonego w łożyskach przytwierdzonych do podwójnej podstawy $C C$ (fig. 846). Dlatego zaś, aby koło można było od czasu do czasu wyczyścić, podstawy $C C$ są urządzone w ten sposób, że mogą być przesuwane po gładkim fundamencie i tym sposobem całe koło ze skrzydłami może być bardzo prędko z komory wysunięte, wyczyszczone i napowrót wsunięte. D (fig. 846) oznacza koło pasowe.

Wentylator może być umieszczony w komorze murowanej lub żelaznej i połączony z motorem bezpośrednio, lub też zapomocą przekładni. Najczęściej otrzymuje on ruch od motoru zapomocą liny.

Wentylator Geisler'a ustawiony w kopalni Shamrock, któryśmy przedstawili na figurach 845 i 846, ma średnicy 3,5 metr. i jest obliczony w ten sposób, aby dostarczał 50 m³ powietrza na sekundę. Motorem dla niego jest maszyna parowa o sile 175 koni, ustawiona pod ziemią, para do maszyny jest doprowadzoną rurami ułożonemi w szybie, przez który wychodzi zepsute powietrze z kopalni, również i para, która już wykonała pracę w maszynie, wpuszcza się do szybu, wskutek czego szyb nagrzewa się, zwiększając działanie wentylatora.

Wentylator Geisler'a należy do lepszych, jakie były zbudowane w ostatnich czasach, odznacza się on doskonałym urządzeniem kanałów powietrznych, dzięki czemu powietrze wychodzi z wentylatora strumieniem ciągłym i na obwodzie wentylatora nie powstają wiry. Szczególnie dobrze nadaje się on do kopalni wązkich, z małym otworem równoznacznym. Średnica tych wentylatorów może być od 1,5 do 4,5 metr. a nawet i więcej.

Według Geisler'a, dla dostarczenia ilości M powietrza, średnica D wentylatora powinna być następująca ¹⁾.

$$M = 10 - 15 - 20 - 25 - 30 \text{ m}^3$$

$$D = 1,44 - 1,76 - 2,03 - 2,28 - 2,5 \text{ metr.}$$

Wentylator Geislera w szybie Albert w Peterswald, około Ostrawy, o 48 skrzydłach mający 3,5 m. średnicy i szerokości 0,25 m. dostarcza przy 172 obrotach 37 m³ powietrza, z szybu mającego

¹⁾ G. Kohler. Lehrbuch der Bergbaukunde. Leipzig 1897. str. 705.

7,6 m² swobodnego przekroju, przy średnicy otworu ssącego 1,85 m., przyczem wytwarza depresję 74 mm. ¹⁾).

W kopalni Hibernia około Gelsenkirchen w Westfalii wentylator Geisler'a, o średnicy 4,5 metr., dostarcza przy 160 obrotach

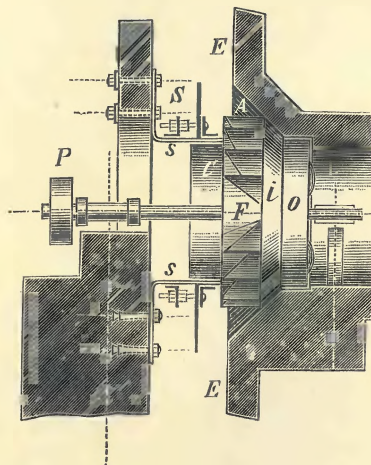


Fig. 848.

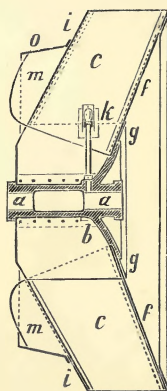


Fig. 849.

i 100 mm depresji 100 m³ powietrza na sekundę. Kopalnia ta ma otwór równoznaczny = 3,5 m².

Wentylator Pelzera (fig. 848, 849 i 850). Figura 850 przedstawia koło ze skrzydłami w perspektywie, figura 849 przekrój koła ze skrzydłami wzdłuż osi i figura 848 wentylator umieszczony w komorze murowanej. Wentylatory Pelzera mogą być ręczne o małych średnicach, które służą do przewietrzania oddzielnych przodków i większe o średnicy do 4-ch metr., wprowadzane w ruch motorami parowymi, lub elektrycznymi, dla przewietrzania całych kopalń. Budowa ich jest następująca. Na wale *a* (fig. 849) jest osadzona piasta koła ze skrzydła-



Fig. 850.

¹⁾ J. Jičinsky. Katechismus der Grubenwetterführung Mähr. Ostrau 1901, str. 121.

mi, opatrzona 6-ma żebrami *b*, do których jest przytwierdzone dno składające się z dwóch części: ze ściętego stożka *ff* i z krążka *g g*, który zakrywa ścięty wierzchołek tego stożka. Do tego dna są przytwierdzone, w kierunku promieni wału, skrzydła *c* w liczbie 12-stu, a na tych skrzydłach jest umocowany pierścień *i o* (fig. 848 i 850). Skrzydła są dwojakie: główne i pomocnicze. Skrzydła główne, których jest sześć, dochodzą do samej piasty koła i są przytwier-

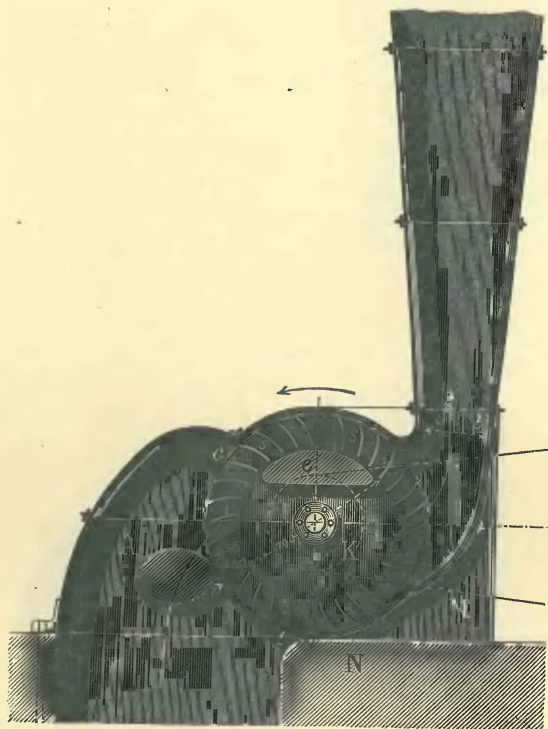


Fig. 851.

dziane bezpośrednio do żeber *b*, a skrzydła pomocnicze są umieszczone pomiędzy skrzydłami głównymi, są one krótsze, nie dochodzą do piasty i zaczynają się w tem miejscu, gdzie żebra się kończą, z piastą zaś są połączone zapomocą sztabki i płytki *k* (fig. 849). Oprócz skrzydeł *c*, wentylator Pelzera jest jeszcze opatrzony wygiętymi szufelkami *m*, stanowiącemi przedłużenie

skrzydeł i umieszczonemi w pierścieniu *o*, które wydłużają się do kanału ssącego i służą do czerpania powietrza.

Koło ze skrzydłami *F'* (fig. 848) obraca się w komorze murowanej *A*, mającej kształt lejka, która zapobiega tworzeniu się wirów na obwodzie wentylatora.

Powietrze wchodzi do wentylatora z kanału ssącego *L* (fig. 848) w kierunku osi, a wychodzi na obwodzie w kierunku promieni. *S* przedstawia tarczę metaliczną w postaci dużego krążka, osadzonego na cylindrze *C*, po którym ten krążek można przesuwac w ten

sposób, że przestrzeń *E*, do której powietrze wypływa z wentylatora, można dowolnie rozszerzać lub zwężać. Szerokość przestrzeni *E* regulują w ten sposób, że przesuwają krążek *S* na cylindrze *C* do tąd, póki nie otrzyma się na obwodzie koła ze skrzydłami największej depresyi.

P—koło pasowe, zapomocą którego wentylator łączy się z motorem.

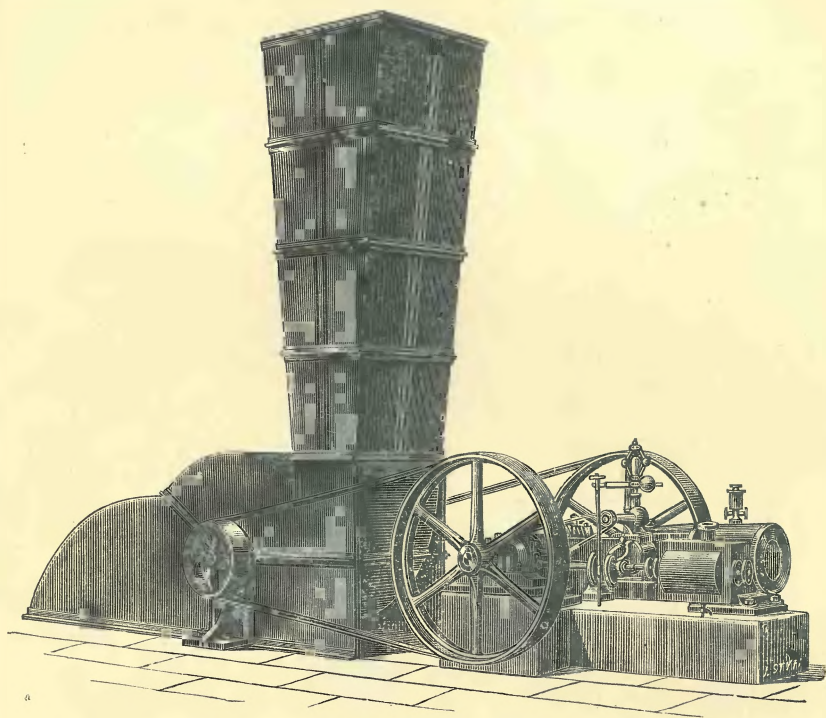


Fig. 852.

Wentylator Pelzera ustawiany w kopalni Rhein-Elbe, około Gelzenkirchen w Westfalii, mający średnicy 3,5 metr. i szerokość koła 0,8 metr., dostarcza przy 185 obrotach $36,6 \text{ m}^3$ powietrza na sekundę i wytwarza depresję 110 mm. Wentylator ten otrzymuje ruch od motoru elektrycznego ¹⁾.

Wentylator Mortier (fig. 851 i 852). Figura 851 przedstawia przekrój pionowy w kierunku prostopadłym do osi, a figura 852 zewnętrzny widok wentylatora wraz z motorem. Wentylator

¹⁾ Jičinsky. Katechismus der Grubenwetterführung Mähr. Ostrau, 1901, str. 117.

Mortier tem się odróżnia od wszystkich innych wentylatorów odśrodkowych, że powietrze wchodzi do niego nie w kierunku osi, lecz przez otwór zrobiony na obwodzie koła, a wychodzi z wentylatora przez drugi otwór na przeciwległej stronie obwodu koła.

Koło ze skrzydłami w tym wentylatorze składa się z wału poziomego, na którym jest osadzona tarcza w kształcie krawężka K z grubej blachy, około obwodu którego, po obu jego stronach są przynitowane prostopadłe do krawężka szufle blaszane $s s$, które dla ich wzmocnienia są jeszcze połączone na stronie zewnętrznej mocnym pierścieniem żelaznym. Szufle są umocowane tylko około obwodu, tak, że naokoło środka tarczy pozostaje się niczem nie pokryta pusta przestrzeń, mająca kształt walca, promień którego ma się tak do promienia całego koła ze skrzydłami jak 7 : 10. Szerokość szufel, wzięta w kierunku osi tarczy, jest znacznie większą, aniżeli szerokość skrzydeł w innych wentylatorach i może ona się zmieniać w szerokich granicach. Doświadczeniami stwierdzono, że wentylator wtedy najlepiej działa, gdy szerokość całego koła ze skrzydłami jest równą $\frac{2}{3}$ zewnętrznej średnicy koła. Szufle, zaczynając od środka koła, z początku idą w kierunku promieni, a następnie zbliżając się ku obwodowi, zakrzywiają się tak, że tworzą ze styczną koła kąt około 40° .

Koło obraca się w komorze żelaznej, w której są zrobione dwa otwory, jeden $c d$ połączony z kanałem ssącym A i drugi wychodowy prowadzący do komina. Otwór wychodowy musi być znacznie mniejszy od otworu ssącego. Komin w poprzecznym przekroju jest kwadratowym i ku górze stopniowo się rozszerza.

Powietrze z kanału ssącego wciąga się szuflami, przechodzi pomiędzy niemi, następnie przepływa pustą przestrzeń po środku koła w kierunku linii prostej i na przeciwległej stronie obwodu znowu wchodzi pomiędzy szufle, które go wyrzucają do kanału prowadzącego do komina. Dla zapobieżenia tworzeniu się wirów, strumień powietrza przepływający przez środek koła powinien być odgradzony od górnej i dolnej części koła z szuflami, ponieważ przez te części powietrze między szuflami nie przechodzi, doświadczeniami jednak stwierdzono, że dla dobrego działania wentylatora wystarcza jeżeli tylko górna część koła będzie odgradzoną. W tym więc celu do każdej z dwóch ścian bocznych komory przytwierdza się rodzaj skrzynki blaszanej e (fig. 851), która w poprzecznym przekroju ma kształt odcinka koła. Takich skrzynek przytwier-

dzają dwie po jednej z każdej strony tarczy, wypełniają one górną część pustej przestrzeni wewnątrz koła, nie tamując jego ruchu.

Dolna część komory ograniczającej koło ze skrzydłami, a mianowicie ścianka MN , jest ruchomą tak, że można ją do koła przysunąć lub od niego odsunąć i w ten sposób zrobić mniej lub więcej szeroki kanał pomiędzy kołem i ścianą komory. Kanał ten, jak wskazały doświadczenia, jest bardzo pożytecznym, ponieważ część powietrza przechodzi przez niego wprost do komina, omijając zupełnie koło, wskutek czego ilość powietrza jaką wentylator dostarcza, powiększa się zależnie od odległości na jakiej ścianka MN jest umieszczoną od koła o $\frac{1}{6}$ i nawet do $\frac{1}{3}$. Położenie więc ścianki MN należy oznaczyć zapomocą doświadczenia, regulując ją w ten sposób, aby otrzymać jak największą wydajność wentylatora.

Wymiary górnej części komina powinny być tak oznaczone, aby przy normalnym biegu koła prędkość wychodzącego powietrza nie przenosiła 6—8 metr.

Wentylator Mortier z przyczyny swej prostoty, lekkości, trwałości, został już zastosowany w wielu kopalniach i coraz częściej wchodzi w użycie. Nadaje się on szczególnie do przewietrzania oddzielnych części kopalń, mianowicie jeżeli jest połączonym z motorem elektrycznym. Wentylatory te wyrabiają o średnicy od 0,6 do 2,8 metr.

Porównanie tłokowych maszyn powietrznych i młynków powietrznych z wentylatorami odśrodkowymi. Porównując maszyny tłokowe i młynki powietrzne z wentylatorami odśrodkowymi, widzimy w ich działaniu bardzo charakterystyczną różnicę. Maszyny tłokowe i młynki zamykają zupełnie komunikację pomiędzy szybem wyciągającym i atmosferą zewnętrzną. One, że się tak wyrazimy, wytłaczają powietrze z szybu, a objętość wypchniętego przez nie powietrza zależy li tylko od liczby obrotów maszyny lub młynka, bez względu na depresję, to jest na stopień rozrzedzenia powietrza w szybie wyciągającym. Przeciwnie wentylatory odśrodkowe nie zakrywają komunikacji pomiędzy szybem i atmosferą zewnętrzną, nie wytłaczają one powietrza z szybu, lecz wywołują depresję, która powoduje przewiew, ale objętość przypływającego do kopalni powietrza może być w różnych szybach bardzo różną, bo ona zależy od przeszkód, jakie wchodzące do kopalni powietrze musi przezwyciężać, przechodząc przez wyrobiska i pod tym względem działanie wentylatorów odśrodkowych jest zupełnie podobne do działania pieców ciągowych.

Ta różnica między maszynami tłokowemi i młynkami powietrznymi z jednej strony, a wentylatorami odśrodkowemi z drugiej, staje się jeszcze widoczniejszą, jeżeli przypuścimy, że przekrój wyrobiska, przez które przechodzi powietrze przyływające do kopalni, wskutek obwału, lub jakiegokolwiek innej przyczyny, znacznie się zmniejszy i co za tem idzie opór, jaki strumień przepływającego przez kopalnię powietrza musi przewycięzać, znacznie się zwiększy. W podobnym wypadku, jeżeli przewietrzanie odbywa się zapomocą maszyny tłokowej, np. maszyny Struve'go, maszyna będzie zmuszoną wykonywać większą pracę, wskutek czego bieg jej musi się zwolnić. Przeciwnie, jeżeli przewietrzanie odbywa się zapomocą wentylatora odśrodkowego, stopień rozrzedzenia powietrza w szybie pozostanie zawsze ten sam, ale objętość przyływającego powietrza bardzo się zmniejszy, a więc zmniejszy się i praca, jaką wentylator wykonywa, wskutek czego prędkość biegu wentylatora musi się powiększyć. Gdyby zaś wyrobisko, przez które przyływa powietrze, zupełnie się zawałiło i całkowicie zatkało, w takim razie maszyna tłokowa musiałaby się zupełnie zatrzymać, ponieważ rozrzedzenie powietrza pod tłokiem zrównoważyłoby ciśnienie pary w cylindrze parowym. Wentylator zaś odśrodkowy w podobnym wypadku doszedłby do największej szybkości, gdyż nie wyciągałby wcale powietrza, maszyna więc miałaby do przewyciężenia tylko siłę tarcia. Byłoby zupełnie odwrotnie, gdyby maszynę tłokową i wentylator odśrodkowy połączyć z atmosferą zewnętrzną, wtedy szybkość biegu wentylatora musiałaby się zmniejszyć, a maszyna tłokowa, przeciwnie, chodziłaby z największą szybkością.

Przedstawmy sobie teraz dwie kopalnie, z których jedna jest przewietrzana zapomocą maszyny tłokowej, a druga zapomocą wentylatora odśrodkowego i przypuśćmy, że tak maszyna tłokowa jak i wentylator odśrodkowy biegna z możebnie największą szybkością. Jeżeli, wskutek powiększania przekroju wyrobisk, zmniejszymy opór, jaki powietrze przepływające przez wyrobiska przewietrzane maszyną tłokową, musi pokonywać, to praca, jaką wykonywa maszyna tłokowa, zostanie zmniejszoną, zmniejszy się więc ilość pary jaką maszyna zużywa, ale nie zwiększy się ilość powietrza, jaką ona dostarcza do kopalni, bo maszyna już biegła z możebnie największą szybkością, a więc zwiększyć jej nie może. Przeciwnie, jeżeli powiększając przekrój wyrobisk, przewietrzanych zapomocą wentylatora odśrodkowego, zmniejszymy opór, jaki przewycięża powietrze przepływające przez te wyrobiska, to ilość przy-

plywającego do kopalni powietrza natychmiast się zwiększy, ponieważ jednak zwiększy się wtedy i praca maszyny, musi więc zwiększyć się i ilość zużywanej przez nią pary. Widzimy więc, że w pierwszym wypadku zmniejszenie oporu, jaki przezwybieża powietrze przepływające przez wyrobiiska, zmniejsza tylko ilość zużywanej przez maszynę pary, a w drugim wypadku zwiększa ilość przyplływającego do kopalni powietrza. Oczywiście, że ten drugi rezultat jest pożądanym i na tem właśnie polega wyższość wentylatorów odśrodkowych.

Dwa wentylatory pracujące jeden za drugim. Jeżeli dwa około siebie ustawione wentylatory, jednakowej wielkości i pracujące z jednakową liczbą obrotów, będą ssaly powietrze z jednego i tego samego szybu, to depresja, jaką się wtedy otrzyma, nie będzie większą od tej, jaką może wywołać jeden z tych wentylatorów, bo stopień rozrzedzenia powietrza zależy tylko od kwadratu z prędkości na obwodzie. Dwa więc w ten sposób ustawione wentylatory nie są w stanie dostarczyć do kopalni większej ilości powietrza od tej, jaką może dostarczyć jeden z nich. Jeżeli jednak ustawimy te wentylatory w ten sposób, że jeden z nich będzie ssal powietrze wprost z szybu, a drugi będzie wciągał powietrze wyrzucane przez wentylator pierwszy, w takim razie otrzymamy rezultat inny.

Jeżeli przez Q nazwiemy ilość powietrza dostarczanego do kopalni przez jeden z tych wentylatorów oddzielnie wzięty i przez h depresję, jaką on wywołuje w szybie, a przez Q_1 ilość powietrza jaką dostarczają dwa wentylatory, pracujące w ten sposób, że jeden z nich ssie powietrze wyrzucane przez wentylator drugi i h_1 depresją, jaką te dwa wentylatory wywołują w szybie, pracując jednocześnie, to:

$$\begin{aligned}
 & Q_1 h_1 = 2Qh, \\
 \text{skąd} \quad & \frac{h}{h_1} = \frac{Q_1}{2Q}, \\
 \text{i dalej} \quad & \frac{h}{h_1} = \frac{Q^2}{Q_1^2}, \\
 \text{a więc mamy} \quad & \frac{Q_1}{2Q} = \frac{Q^2}{Q_1^2}, \\
 \text{to jest} \quad & Q_1 = \sqrt[3]{2} \cdot Q = 1,2599 Q \\
 \text{i} \quad & h_1 = \frac{2Qh}{1,2599 Q} = \frac{2h}{1,2599} = 1,587h \text{ mm.}
 \end{aligned}$$

Widzimy więc, że dwa wentylatory ustawione obok siebie, poruszane przez dwie maszyny jednakowej siły i pracujące w ten

sposób, że jeden z nich ssie powietrze wyrzucane przez wentylator drugi, będą dostarczały tylko o 25% więcej powietrza aniżeli jeden z tych wentylatorów. Depresja zaś h_1 przez nie wywołana będzie 1,587 razy większą od depresyi, jaką może wwołać jeden z nich.

Skąd wypada, że zamiast dwóch w ten sposób pracujących wentylatorów, lepiej jest ustawić jeden o większej średnicy, lub też z większą ilością obrotów.

Przewietrzanie ssące i tłoczące.

Zwykle wentylator ustawiają na powierzchni ziemi około szybu wyciągającego i jego otwór ssący łączą z szybem zapomocą kanału murowanego. Wentylator rozrzedzając powietrze w kanale, ssie go z szybu, a przez szyb i z innych wyrobisk kopalni. Naturalnie, że wylot szybu wyciągającego musi być wtedy szczelnie zamkniętym, gdyż inaczej wentylator wciągałby powietrze z atmosfery zewnętrznej. Ponieważ jednak szyb wyciągający najczęściej służy tylko do przewietrzania, więc zamknięcie go nie przedstawia żadnych szczególnych trudności. Umieszczenie zaś wentylatora i motoru na powierzchni ziemi, około szybu, jest bardzo dogodnem, bo dostęp do maszyn, jak również nadzór nad nimi i wszelkiego rodzaju naprawy są bardzo ułatwione.

Można także ustawić wentylator około szybu wciągającego i jego otwór ssący połączyć z atmosferą zewnętrzną, a powietrze wychodzące z wentylatora wtłaczać do kopalni, wtedy jednak szyb wciągający musi być zamkniętym hermetycznie, a ponieważ on zwykle służy jeszcze do wyciągania urabianego minerału, a często i do odlewu wody, zamknięcie więc tego szybu jest zawsze połączone z bardzo wielkimi trudnościami. Dlatego też podobnego urządzenia wogóle unikają, a gdy zachodzi potrzeba zastosowania przewietrzania tłoczącego, motor i wentylator ustawiają w samej kopalni, w komorze wyrobionej na jej najniższym poziomie. Wtedy jednak motor parowy przedstawia wielkie niedogodności, bo doprowadzenie pary do komory podziemnej i odprowadzenie z niej pary zużytej jest połączone z bardzo znaczną stratą siły, a prócz tego przyczynia jeszcze i znaczne podwyższenie temperatury w kopalni. W podobnych więc wypadkach, gdy potrzeba ustawić wentylator w komorze podziemnej, a niema obawy, że od powstających iskier może nastąpić wybuch gazu kopalnianego, lub pyłu węglowego, zastosowują nie motor parowy, lecz elektryczny.

Ostatnimi czasy, dodając odpowiednio urządzone klapy i kanały w wentylatorach Guibal'a, Rateau i innych, zaczęto je budować w ten sposób, że jeden i ten sam wentylator może służyć tak dobrze do przewietrzania ssącego jak i tłoczącego. Tego rodzaju jednak urządzenie, które jakoby ma służyć na wypadek wybuchu gazów, lub pożaru w kopalni, niema żadnego szczególnego znaczenia, bo, jak słusznie mówi Wabner ¹⁾, że jeżeli wskutek wybuchu gazów, lub innej jakiej przyczyny, wentylator ssący przestanie działać, to kierujący robotami przede wszystkim użyje wszystkich środków, jakimi w danej chwili będzie rozporządzał, aby go w jak najkrótszym czasie doprowadzić do porządku. Jeżeli zaś nie sam wentylator lecz tylko drogi powietrzne zostaną uszkodzone, a mianowicie jeżeli zostaną powywracane drzwi, tamy, lub przepierzenia, to żadnemu rozsądnemu kierownikowi robót nawet nie przyjdzie na myśl zmieniać kierunek strumienia przyprływającego powietrza, lecz będzie on się starał uszkodzenia jakie nastąpiły możebnie przede naprawić, wszystko napowrót do porządku doprowadzić i strumień przyprływającego powietrza, o ile się da, jak najbardziej wzmocnić.

Co się tyczy kwestyi, jakie przewietrzanie jest odpowiedniejsze, ssące czy tłoczące, na to pytanie odpowiedzieć bardzo trudno, szczególnie jeżeli chodzi o kopalnie, w których wydziela się gaz wybuchający.

Na pierwszy rzut oka zdawałoby się, że przewietrzaniu tłoczącemu należy oddać pierwszeństwo, ponieważ powietrze wtłaczane prężnością swoją tamuje do pewnego stopnia wydzielanie się gazu wybuchającego. Ma to jednak miejsce tylko wtedy, gdy wentylator jest w porządku i działa dobrze, w razie zaś jeżeli wentylator przestanie działać, czy to wskutek jego uszkodzenia, lub innej jakiej przyczyny, zjawisko będzie odwrotne. Rzeczywiście, przy wentylacji tłoczącej, ciśnienie powietrza wewnątrz kopalni jest zawsze większe aniżeli na powierzchni ziemi, w razie więc jeżeli wentylator przestanie działać, nastąpi zrównoważenie ciśnień, to jest zmniejszenie ciśnienia powietrza wewnątrz kopalni. Takie jednak zmniejszenie ciśnienia musi wywołać raptowne zwiększenie się ilości wydzielających się gazów i to właśnie w chwili najbardziej krytycznej, gdy kopalnia jest pozbawioną środków przewietrzania, co naturalnie znacznie pogorszy stan rzeczy. Ta więc pozorna

¹⁾ Die Beweterung der Bergwerke, str. 205.

wyższość wentylacyi tłoczącej mówi raczej na korzyść przewietrzania ssącego, przy którym, w razie zatrzymania działania wentylatora, ciśnienie powietrza wewnątrz kopalni wzrośnie, a więc do pewnego stopnia zatamuje wydzielanie się gazu.

Widzieliśmy wyżej, że gdy barometr opada, gazu ze starych wyrobisk wydziela się więcej, przewietrzanie więc, przy opadaniu barometru, powinno być silniejsze. Dla zwiększenia przewiewu należy powiększyć liczbę obrotów wentylatora. Otóż przy przewietrzaniu tłoczącem, zwiększając liczbę obrotów wentylatora, zwiększymy ciśnienie powietrza w kopalni, przy przewietrzaniu zaś ssącym otrzymamy rezultat odwrotny, bo zwiększając liczbę obrotów wentylatora, zmniejszymy ciśnienie powietrza w kopalni, a więc ilość gazów wydzielających się ze starych wyrobisk jeszcze zwiększymy. W tym więc wypadku działanie wentylatora tłoczącego będzie skuteczniejsze.

Należy jeszcze zwrócić uwagę i na to, że przez wentylator tłoczący przechodzi zawsze tylko świeże powietrze, gdy tymczasem wentylator ssący, będąc ustawionym nad szybem, przez który wychodzi zepsute powietrze z kopalni, wyrzuca powietrze zmieszane z kurzem i miazmami, łatwiej się więc zanieczyszcza i psuje, aniżeli wentylator tłoczący. Dla tej samej przyczyny, w razie wybuchu gazów w kopalni, wentylator ssący, jako postawiony nad szybem, przez który gazy wychodzą, łatwiej ulega zepsuciu będącemu następstwem wybuchu, aniżeli wentylator tłoczący, ustawiony nad szybem, przez który wchodzi świeże powietrze do kopalni.

Wentylatory jednak ssące mają jedną wyższość, stanowiąc przemawiającą na ich korzyść. Powietrze przypływające do kopalni, przechodząc przez wyrobiska, stopniowo się nagrzewa, strumień więc przepływającego powietrza, sam przez się dąży ku górze w kierunku wzniesienia pokładu. Otóż, aby w razie zatrzymania się wentylatora zmniejszyć możebność zmiany kierunku strumienia powietrza i uniknąć pochodzących z tego smutnych następstw, potrzeba aby sztuczny przewiew odbywał się w tym samym kierunku, to jest aby świeże powietrze wchodziło szybem najgłębszym, a następnie stopniowo podnosiło się do wyższych poziomów.

Wentylator więc tłoczący powinien być ustawiony nad szybem najgłębszym, a że szyb najgłębszy zawsze służy do wyciągania minerału urabianego w kopalni na powierzchnię ziemi, a taki szyb, chociaż i można zamykać zapomocą przegrody ruchomej, to jednak podobne zamykanie jest zawsze połączone z bardzo wielkie-

mi trudnościami i z bardzo znaczną stratą powietrza wtlaczanego do kopalni, lepiej więc jest, pozostawiając szyb wyciągowy zupełnie otwartym, używać wentylatory ssące, które są ustawiane nad szybem najmniej głębokim, służącym tylko do wypływu z kopalni powietrza zepsutego. Wprawdzie, jak wyżej wspomnieliśmy, wentylator tłoczący można postawić w komorze podziemnej na najniższym poziomie kopalni, lecz i takie urządzenie jest połączone z bardzo wieloma niedogodnościami. Ta więc okoliczność stanowczo przemawia za wentylatorami ssącymi.

W Ostrawie na Szląsku Austriackim 27 października 1895 r. wydano przepis, na mocy którego w kopalniach węgla, w których wydziela się gaz wybuchający, innych wentylatorów jak ssące używać nie wolno.

Rozprowadzanie powietrza po kopalni.

Ilość powietrza i prędkość strumienia. Przewietrzanie wtedy tylko odpowiada swojemu celowi, jeżeli w każdym miejscu kopalni powietrze jest zupełnie czyste i temperatura jego niska nie wyższa nad 15 — 18°. Tylko przy takich warunkach robotnicy mogą wykonywać swoją pracę bez szkody dla ich zdrowia i skuteczność ich pracy będzie największą. Dla dojścia jednak do tego celu potrzeba nie tylko, aby ilość powietrza przypływającego do kopalni była dostateczną, ale jeszcze aby przypływające powietrze było należycie po całej kopalni rozprowadzone.

Wogóle trudno jest bardzo z góry przewidzieć jaka ilość powietrza będzie niezbędną do należytego przewietrzania danej kopalni, bo, jak widzieliśmy, zależy to od rozległości kopalni, ilości i jakości gazów wydzielających się w danej kopalni, ilości ludzi i koni w niej pracujących i nareszcie od ilości palących się lamp. Zwykle przyjmują, że dla każdego człowieka pracującego w kopalni potrzeba jest nie mniej jak 2 do 4 m³ powietrza na minutę, dla konia zaś potrzeba 4 razy więcej. W kopalniach jednak, w których się wydziela gaz wybuchający, czasami mogą się go wydzielić tak znaczne ilości, że dlatego aby powietrze wychodzące z kopalni nie zawierało go więcej nad 1%, może zająć potrzeba dostarczać na każdego człowieka po 10 m³ na minutę. Również w kopalniach, w których się zużywają znaczne ilości materiałów wybuchowych, może zająć potrzeba dla rozpuszczenia wydzielających przy ich wybuchu gazów, po 5 m³ powietrza na człowieka i minutę czasu. Dla-

tego też ilość powietrza, jaką należy dostarczać do kopalni, zawsze obliczają z zapasem i w ten sposób, aby w razie potrzeby można ją było powiększyć.

Widzieliśmy wyżej, że praca zawierająca się w strumieniu powietrza przepływającym przez kopalnię, równa się $N = Qh$ kilogramometrów na sekundę.

W tem równaniu Q jest czynnikiem bardzo pożytecznym, bo im Q jest większe, tem warunki zdrowotne kopalni są lepsze, drugi zaś czynnik h jest bardzo uciążliwym, bo im h jest większe, tem siła maszyny musi być większą. Dlatego też starają się aby w równaniu powyższem Q było jak największem, a h jak najmniejsze. Wiadomo nam, że $Q = SV$, to jest iloczynowi z przekroju drogi powietrznej przez prędkość, a że znowu prędkość strumienia powietrza nie powinna być większą nad 6 metr. w szybach i 4 metr. w chodnikach, a często w chodnikach ona nie bywa nawet większą nad 2 metr. na sekundę, więc w pewnych razach pozostaje się tylko zwiększać przekrój chodników. W chodnikach głównych już przy prędkości strumienia 4 metr. na sekundę są poważne niedogodności, ludzie bardzo cierpią i światło gaśnie. Wreszcie w kopalniach węgla, w których tworzy się dużo kurzu, strumień powietrza, przepływający ze znaczną prędkością, podnosi go takie gęste tumany, że atmosfera kopalni zaczyna być niebezpieczną.

Kierunek strumienia. Jeżeli kopalnia ma dwa szyby jednakowej głębokości, połączone chodnikami poziomymi, w takim razie będzie zupełnie wszystko jedno, przez który z tych szybów świeże powietrze będzie wchodziło do kopalni, a przez który wychodziło, jeżeli jednak szyby nie są jednakowej głębokości i jeżeli są połączone chodnikami nie poziomymi lecz tylko pochylniami, w takim razie nasuwa się pytanie, jaki kierunek powinien mieć strumień przypływającego do kopalni powietrza. Czy świeże powietrze powinno wchodzić przez szyb głębszy i obchodząc przodki podnosić się stopniowo do góry aż do szybu płytszego, przez który ma wychodzić na powierzchnię ziemi, czy też naodwrot, świeże powietrze ma wchodzić przez szyb płytszy i obchodząc przodki stopniowo się opuszczać do szybu głębszego.

Widzieliśmy wyżej, że powietrze kopalniane, przechodząc przez wyrobiska, stopniowo się nagrzewa, wiemy również, że w miarę jak temperatura powietrza wzrasta staje się ono lżejszem, powietrze więc kopalniane samo przez się dąży ku górze. Dlatego też wogóle przyjmuje się jako prawidło, że główny strumień świeżego powie-

trza przypływającego do kopalni powinien najprzód dochodzić do najgłębszego poziomu, a następnie stopniowo podnosić się, przechodząc przez wyrobiska leżące w wyższych poziomach. Prawdło to w kopalniach; w których gaz wybuchający wcale się nie wydziela, ma podrzędne znaczenie, lecz tam gdzie on się wydziela widzimy zupełnie co innego. Gaz wybuchający, będąc znacznie lżejszym od powietrza, zajmuje zawsze górne części wyrobisk, jeżeli więc strumień świeżego powietrza, obchodząc przodki, podnosi się ku górze, w takim razie wydzielający się gaz do pewnego stopnia pomaga przewietrzaniu, jeżeli zaś gaz płynie w jednym kierunku, a powietrze w kierunku przeciwnym, to strumień gazu tamuje strumień powietrza.

Sposób przewietrzania, przy którym świeże powietrze najprzód dochodzi do najgłębszego poziomu, a następnie stopniowo podnosi się do góry, ma jeszcze tę wyższość, że sygnaliści w szybie wyciągowym i robotnicy przyjmujący wozy na podszybiu i nadszybiu pracują w daleko lepszych warunkach zdrowotnych. Lina zaś wyciągowa i wogóle wszystkie urządzenia w szybie wyciągowym, znajdując się w powietrzu czystym, mniej ulegają zepsuciu.

Rozdział powietrza, zawartego w głównym strumieniu na oddzielne strumienie drugorzędne. Pierwotnie w starych kopalniach powietrze wchodziło do kopalni tylko jednym strumieniem, przez szyb lub przez sztolnię i po obejściu wszystkich robót, wychodziło drugim szybem, tak, że wszystkie części kopalni otrzymywały cały strumień powietrza. Ponieważ w większości kopalń poprzeczny przekrój chodników nie przenosi 4 m^2 , a prędkość strumienia średnio wzięta wynosi nie więcej nad 2 metry na sekundę, przy takich więc warunkach mogło przypływać do kopalni nie więcej jak $4 \times 2 = 8 \text{ m}^3$ powietrza na sekundę. Oczywiście, że ta ilość powietrza dla dzisiejszych kopalń nie jest dostateczną, to też w starych kopalniach roboty podziemne mogły zajmować tylko bardzo ograniczone przestrzenie i odległość przodków od szybu musiała być bardzo nieznaczna, bo, jak wiemy, opór jaki powietrze musi przezwyciężać przechodząc przez wyrobiska, wzrasta proporcjonalnie do ich długości. Można wprawdzie zwiększyć ilość powietrza rozszerzając chodniki, takie jednak rozszerzenie chodników w większości wypadków jest niemożliwym, potrzeba więc było znaleźć inny sposób wprowadzenia do kopalni większej ilości powietrza.

Powiedzieliśmy że opór, jaki powietrze przepływające przez wyrobiska musi przewyższać, może być wyrażony równaniem:

$$h = 0,018 \frac{LPQ^2}{S^3} \dots \dots \dots (\text{str. 348}),$$

w którym L oznacza długość wyrobiska, P —jego obwód i Q —objętość przyплиwającego powietrza. Z równania tego widzimy, że opór zmienia się proporcjonalnie do długości wyrobiska i do kwadratu z ilości powietrza przepływającego przez wyrobisko. Skąd wypada, że opór, jaki powietrze przewyższa, płynąc przez wyrobiska, nie zwiększy się przy powiększaniu długości wyrobiska, byle tylko odpowiednio zmniejszyć objętość powietrza przepływającego przez to wyrobisko. Jeżeli więc L_1 przedstawia nową długość drogi powietrznej, a Q_1 nową objętość przepływającego tą drogą powietrza i jeżeli iloczyn $L_1 Q_1^2$ jest mniejszy od LQ^2 , to opór przy przechodzeniu tego powietrza nie tylko się nie zwiększy, ale nawet mniejszy. Można więc, nie zwiększając wcale oporu, jaki przepływające powietrze musi przewyższać, znacznie zwiększyć odległość między przodkiem a szybem, zmniejszając stosunkowo niewiele objętość przyплиwającego do tego przodka powietrza. To doprowadziło na myśl rozdzielania kopalni na oddzielne pola i przewietrzania każdego z nich oddzielnym strumieniem świeżego powietrza, powstałym wskutek rozdzielenia strumienia głównego.

Rozdzielenie głównego strumienia przyплиwającego do kopalni powietrza na oddzielne drugorzędne strumienie, pozwala nie tylko znacznie rozszerzyć roboty, ale jeszcze działa zbawiennie na zdrowotność robotników, zatrudnionych w kopalni. Jeżeli np. przedstawimy sobie, że mamy dwa pola obok siebie i że strumień powietrza najprzód przechodzi przez jedno z nich, a potem przez drugie, to oczywiście, że powietrze w pierwszym polu będzie daleko czystsze i robota w nim daleko łatwiejszą, bo strumień powietrza przechodząc przez pierwsze pole już się nagrzeje i nasyci gazami, jakie się w tem polu wydzielają. Lepiej więc jest dostarczyć do drugiego pola mniejszą ilość powietrza ale czystego, aniżeli większą ale już zanieczyszczzonego. Właściwie mówiąc, przewietrzanie byłoby najlepszem wtedy, gdyby można było dostarczać dla każdego, oddzielnie wziętego robotnika tyle zupełnie świeżego powietrza, ile go on dla siebie potrzebuje.

Rozdzielanie powietrza na oddzielne strumienie jest niezbędnem szczególnie w tych kopalniach, w których wydziela się gaz wybuchający, bo główny strumień, przechodząc z jednego pola do

drugiego, wprzód, aniżeli dojdzie do ostatniego, może nasycić się gazem do tego stopnia, że utworzy mieszaninę piorunującą.

Oprócz tego, rozdzielając powietrze przyływające do kopalni na oddzielne strumienie, można w jednym i tym samym czasie i przy działaniu jednej i tej samej siły, wprowadzić do kopalni większą ilość powietrza, aniżeli wtedy, gdy ono przepływa przez kopalnię jednym strumieniem. Tak, jeżeli mamy dwa szyby *A* i *B*, połączone jednym długim chodnikiem (fig. 853) i takie same dwa szyby *C* *D* połączone dwoma chodnikami (fig. 854) i jeżeli przekrój każdego z dwóch chodników łączących szyby *C* *D* jest równy

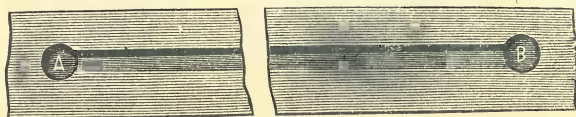


Fig. 853.

przekroju chodnika łączącego szyby *A* *B*, to, ponieważ objętość przyływającego powietrza, przy jednakowych wszystkich innych warunkach, jest proporcjonalną do przekroju wyrobiska, więc przy działaniu jednej i tej samej siły objętość powietrza wchodzącego

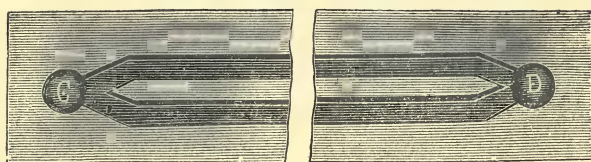


Fig. 854.

do kopalni przez szyb *C* (fig. 854) będzie dwa razy większą aniżeli objętość powietrza wchodzącego przez szyb *A*. Naturalnie tylko w takim razie, jeżeli przekrój szybu *C* jest nie mniejszy od sumy płaszczyzn przekroi obudwu wychodzących z niego chodników. Tym sposobem rozdzielanie powietrza przyływającego do kopalni na oddzielne strumienie pozwala, w pewnych wypadkach, zmniejszyć siłę maszyny do przewietrzania i prędkość strumienia. Na tej zasadzie w Anglii, w większych kopalniach węgla, zamiast jednego chodnika, który służy jako droga powietrzna, pędzą 3 lub 4 chodniki równoległe o znacznym przekroju, przez co temperament kopalni ogromnie się zwiększa i otrzymuje się zadziwiająco dobre rezultaty. Tego rodzaju urządzenie spotyka się bardzo często, mianowi-

cie tam, gdzie roboty prowadzą na znacznej głębokości i gdzie wskutek tego temperatura w kopalni jest stosunkowo bardzo wysoka.

Oprócz tego w kopalniach, w których się wydziela gaz wybuchający, lub w których tworzą się znaczne ilości łatwo zapalnego kurzu, jak również i w kopalniach węgla, mającego skłonność do samozapalania się, przyjęto większe pola rozdzielać na mniejsze pod-pola, odgródzone jedne od drugich filarami bezpieczeństwa i przewietrzać je oddzielnymi mniejszymi strumieniami, tak aby w razie wybuchu gazów, lub w razie pożaru, katastrofa ogarniała tylko małe przestrzenie, izolowanie których, jak również i prowadzenie w nich robót ratunkowych, jest łatwiejsze aniżeli w przestrzeniach bardziej obszernych.

Nareszcie przy odbudowie grubych pokładów węgla systemem filarowym, gdzie pokład rozdziela się na małe pola ograniczone pochylniami i poprzecinane licznymi chodnikami przygotowanymi, nietylko że każde pole otrzymuje oddzielny strumień powietrza, ale starają się jeszcze i o to, aby każde z nich miało jedno wejście do chodnika głównego i jedno wyjście do chodnika odprowadzającego zepsute powietrze, tak aby w razie pożaru pole takie mogło być natychmiast odgródzone od dołu i od góry. Często nawet w ścianach przecinek, prowadzących do takiego pola, są już porobione wręby i obok nich złożone materiały niezbędne do zbudowania naprędce tamy ogniowej.

Nadanie kierunku strumieniowi powietrza przypryływającego do kopalni. Gdyby strumień powietrza przypryływającego do kopalni był pozostawiony samemu sobie, to poszedłby w tym kierunku, w którymby spotkał najmniejszy opór, największa więc część powietrza poszłaby do najbliższych wyrobisk, a dalsze przodki byłyby pozbawione świeżego powietrza. Jedne więc części kopalni miałyby za wiele powietrza, inne za mało lub wcale go nie miały. Dlatego też strumieniowi powietrza konieczniej potrzeba nadać właściwy kierunek, co się skutecznie stawiając na drodze powietrznej sztuczne przegrody, z których jedne całkowicie zatrzymują przystęp powietrza, zmuszając strumień płynąć w innym kierunku, a i inne tylko zwężają przekrój chodnika, zmuszając strumień powietrza rozdzielić się na dwa lub więcej oddzielnych strumieni.

Często się zdarza, że pewna część kopalni może otrzymywać powietrza za mało i wogóle mniej aniżeli go otrzymywać powinna

tylko dlatego, ponieważ jej temperament, czyli, jak go jeszcze nazywają, jej *moduł*, jest za mały. Jeżeli ten częściowy temperament nazwiemy przez T_1 , to jak wiemy

$$T_1 = \frac{q^2}{h},$$

gdzie q wyraża objętość powietrza przyplływającego do tej części kopalni, a h jego ciśnienie lub depresja.

Z tego równania widzimy, że

$$q = V\overline{T_1 h},$$

aby więc powiększyć q , należy zwiększyć T_1 lub h . Powiększyć depresję h w tej części kopalni, można tylko przez zwiększenie ogólnej depresji H , wywołującej przewietrzanie całej kopalni; zwiększając jednak ogólną depresję H , zwiększymy i wszystkie inne częściowe depresje h_1, h_2, \dots i t. d., a więc i siłę wszystkich innych drugorzędnych strumieni q_1, q_2, q_3 i t. d., które i bez tego zwiększenia mogą być już za silne, a więc takie zwiększenie nie odpowiadałoby celowi, a prócz tego byłoby jeszcze połączone ze znacznymi nakładami. W tym więc razie lepiej jest nie zwiększając depresji powiększyć temperament, to jest moduł tej części kopalni.

Wiemy że

$$h = \frac{q^2 L P K}{S^3} \quad \text{ i } \quad \frac{q^2}{h} = T_1,$$

a więc

$$T_1 = \frac{S^3}{L P K},$$

czyli że dla powiększenia T_1 należy powiększyć przekrój chodnika, a gdy tego dla jakichkolwiek przyczyn zrobić nie można, to przeprowadzić drugi chodnik do niego równoległy i puścić powietrze przez obydwa te chodniki.

Jeżeli w jakiejkolwiek części kopalni strumień powietrza jest za silny, należy go zmniejszyć zwiększając opór tej części kopalni, to jest zmniejszając jej temperament. Dla zmniejszenia temperamentu to jest modułu, zwiężając przekrój chodnika, stawiając sztuczne przegrody, jak: tamy, drzwi, przepony płócienne i t. p. Wtedy pewna część pracy, to jest pewna część ciśnienia (depresji) będzie zniszczoną, bo zostanie zużyta na przejście tych przeszkód. Z tego widzimy, że gdy już od głównego strumienia powietrza zostaną oddzielone strumienie drugorzędne, to ciśnienie, jakie powinien mieć strumień główny, czyli depresja strumienia głównego wskaże nam

ten z częściowych strumieni, który ma do pokonania największy opór, to jest, który ma najmniejszy moduł. Ta więc tylko droga powietrzna, po której będzie przechodził najsilniejszy strumień, sama jedna nie będzie miała sztucznych przeszkód (tam, drzwi, przepon i t. d.), przekroje zaś wszystkich pozostałych rozgałęzień, opory których są mniejsze, muszą być mniej lub więcej zwężone, aby nie otrzymywały za wiele powietrza.

Sztuczne przegrody tamujące przypyływ powietrza.

Jak powiedzieliśmy wyżej, przegrody tamujące przypyływ powietrza mogą być dwojakie: jedne zupełnie przerywają strumień powietrza i całkowicie go zatrzymują, inne tylko regulują przypyływ, zmniejszając go w miarę potrzeby. Do pierwszych należą tamy i drzwi głucho, do drugich drzwi z oknami i przepony płócienne.

Tamy. Jeżeli dostęp powietrza, w pewnym kierunku, ma być zupełnie wstrzymanym, w takim razie wpoprzek chodnika stawiają tamy, które mogą być murowane lub drewniane. Tamy murowane przedstawiają ściany w 2 lub 2½ cegły grube, złożone na zaprawie wapiennej, lub jeszcze lepiej na zaprawie cementowej. Takich tam zwykle stawiają dwie, w odległości od 1 do 2 metrów jedna od drugiej i przestrzeń między nimi zasypują suchym piaskiem. Piasek jest w tym razie lepszym od gliny, bo glina przy wysychaniu daje szczeliny, przez które powietrze przenika.

Tamy drewniane robią ze starych stempli wyjętych przy naprawie obudowy. Stemple piłują na kawałki około jednego metra długie i układają sposobem, jakiśmy podali w tomie pierwszym, opisując odbudowę pokładów węgla w zagłębiu Dąbrowskiem, t. I, str. 358.

W przecznicach i wogóle w chodnikach, które służą jako drogi przewozowe, tamy muszą być tak urządzone, aby je można było od czasu do czasu otwierać dla przejścia ludzi i przejazdu wozów, w podobnych więc wypadkach stawiają nie tamy, lecz drzwi.

Drzwi tamujące przypyływ powietrza robią zwykle drewniane, zawieszone na zawiasach żelaznych. Odrzwia ustawiają albo wprost w wycięciach, zrobionych w ścianach chodnika, uszczelniając szpary pozostające się około ścian, albo też, co jest daleko lepiej, odrzwia omurowywują. Drzwi powinny się otwierać w stronę, z której strumień powietrza przypyływa, bo tym sposobem pęd strumienia pomaga ich zamykaniu. Dla dopięcia tego samego celu odrzwia powinny być osadzone nie pionowo, lecz z pewnem nachyleniem, aby drzwi zamykały się własnym ciężarem. W chodnikach, w któ-

rych przewóz jest większy, drzwi muszą być podwójne, tak aby wtedy gdy jedno są otwarte, drugie były zamknięte. Odległość między drzwiami podwójnymi musi być większą aniżeli długość pociągu, inaczej podwójne drzwi nie przynosiłyby żadnej korzyści. Takie drzwi są niedogodne pod tym względem, że się otwierają nie z jednakową łatwością z obu stron. Ponieważ drzwi zamykają się w kierunku strumienia własnym ciężarem, więc wóz idący na przeciwko strumienia sam je otworzy, a po przejściu wozu one się same zamkną. Jeżeli zaś wóz idzie po chodniku w kierunku strumienia, to drzwi trzeba otworzyć i trzymać otwartymi tak długo, póki wóz nie przejdzie. Dlatego też około drzwi musi stać zawsze podrostek lub inwalida, który je otwiera i zamyka. Aby zaś przy drzwiach podwójnych mógł być zatrudniony tylko jeden człowiek, do drugich drzwi przytwierdza się sznur, który idzie przez krążki, umocowane z boku pod piętnem chodnika i dochodzi do drzwi pierwszych, tak, że robotnik dozorujący drzwi pierwszych, pociągnąwszy za sznur, może otworzyć drzwi drugie. W chodnikach dwutorowych drzwi robią dwuskrzydłowe i wtedy one się otwierają w strony przeciwne, a mianowicie każda połowa otwiera się w stronę, w którą idą wozy.

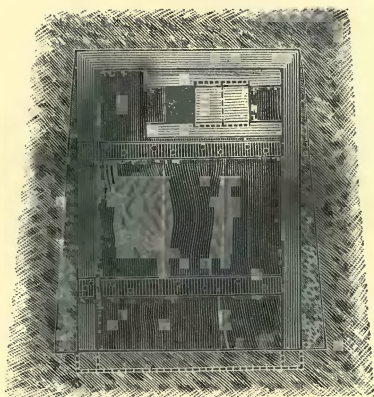


Fig. 855.

Drzwi z oknem (fig. 855). Jeżeli do danej części kopalni potrzeba jest wpuścić tylko część głównego strumienia powietrza, wtedy przyływ jego regulują zapomocą drzwi z oknem. Nad oknem i pod nim przytwierdza się listwy, podtrzymujące okiennicę urządzoną w ten sposób, że można ją przesuwac i tym sposobem, zależnie od potrzeby, otwór, przez który wchodzi świeże powietrze, dowolnie powiększać lub zmniejszać.

W kopalniach, w których wydziela się gaz wybuchający, okno w drzwiach powinno być umieszczone o ile można jak najwyżej, aby wydzielający się gaz, który, jak wiadomo, zbiera się w górnej części wyrobisk, nie mógł się nagromadzać nad oknem.

Spotkanie się dwóch lub więcej strumieni powietrza, płynących w strony przeciwne. Jeżeli dwa strumienie płynące w strony przeciwne spotykają się z sobą, jeden z nich uderza o drugi i odpycha go, wskutek czego siła przewiewu znacznie się zmniejsza.

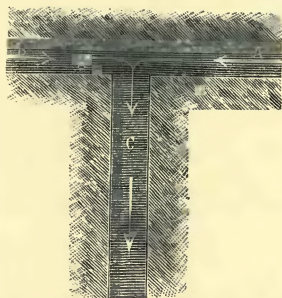


Fig. 856.

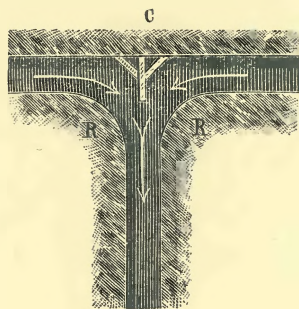


Fig. 857.

sz. Tak, jeżeli dwa strumienie *A* i *B* (fig. 856) mają się z sobą połączyć i pójść dalej w kierunku *C*, w takim razie strumienie spotykając się, będą się wzajemnie odpychać, a nawet może się zdarzyć, jeżeli siła tych strumieni

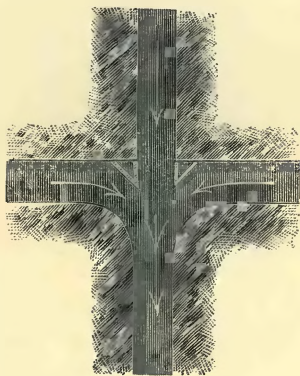


Fig. 858.

nie jest jednakową, że strumień silniejszy odepchnie i zatrzyma zupełnie bieg strumienia słabszego. W podobnych wypadkach dla zapobieżenia temu w punkcie *C* (fig. 857) urządza się przegrodę z desek, a prócz tego kąty *R R* chodnika zaokrąglają. Toż samo należy zrobić w razie jeżeli trzy strumienie powietrza spotykają się z sobą (fig. 858) i wogóle we wszystkich tych miejscach, gdzie jeden strumień może tamować bieg drugiego.

Krzyżowanie się strumieni. Przy odbudowie pokładów poziomych czasami się zdarza, że strumień świeżego powietrza, przepływającego do kopalni, krzyżuje się, w tej samej płaszczyźnie, ze strumieniem zepsutego powietrza wychodzącego z kopalni. W podobnych wypadkach postępują w ten sposób, że jeden strumień przepuszczają nad drugim, jak wskazują figury 859, 860 i 861. Na

figurze 859 *a* oznacza chodnik, przez który przypływa świeże powietrze, *b*—chodnik, przez który wychodzi zepsute powietrze z kopalni, *c* — pomost z blachy kotłowej. Figury 860 i 861 przedstawiają takie same urządzenie, tylko z kanałami powietrznymi murowanymi. Tego rodzaju urządzenia dosyć często spotyka się w kopalniach węgla w Anglii, działają one wogóle dobrze, przedstawiają jednak pewne niebezpieczeństwo w tych kopalniach, w których wydziela się gaz wybuchający, bo w razie wybuchu całe urządzenie odrazu zostaje zniszczonem i przewietrzanie całkowicie ustaje.

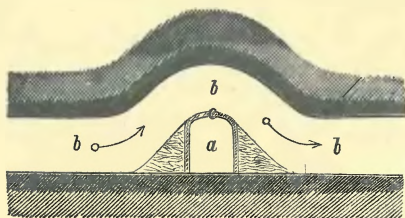


Fig 859.

Teorya modułów, to jest temperamentów oddzielnych części kopalni ¹⁾.

Jak powiedzieliśmy wyżej, główny strumień powietrza przypływającego do kopalni rozdziela się na strumienie częściowe, przewietrzające oddzielne pola, siła których zależy od oporu, jaki przedstawia dane pole, to jest od jego temperamentu.

W każdej kopalni jest przynajmniej jeden strumień przepływający po drodze, na której nie urządza się żadnych sztucznych przegród. Ten właśnie strumień przewyższa największy opór i wskazuje on

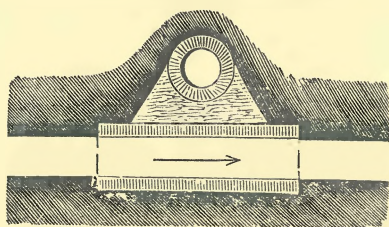


Fig. 860.

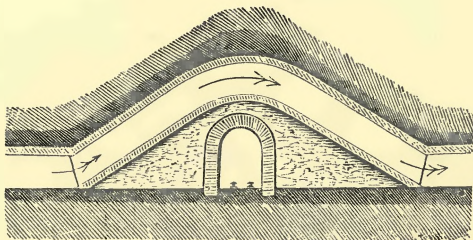


Fig 861.

¹⁾ Wabner Die Beweterung der Bergwerke, str. 217.

nam ciśnienie lub depresję, jaka jest niezbędną do przewietrzania danej kopalni. To ciśnienie, lub depresja, musi być dotąd powiększane, póki ilość powietrza wchodzącego do danej kopalni, nie będzie dostateczną dla jej należytego przewietrzania. Zwykle jest to strumień przechodzący najdłuższą drogę, ponieważ przy jednakowych innych warunkach, opór danej części kopalni, to jest jej temperament, zależy od długości drogi powietrznej.

Oczywiście, że najdłuższy strumień wymaga największej depresji, wszystkie więc inne krótsze strumienie, płynące przy tej samej depresji, dostarczałyby za wiele powietrza, gdyby w swym biegu nie były częściowo wstrzymywane. Zdarza się jednak, że w tej samej kopalni jest jeszcze drugi strumień tej samej długości, który w takim razie musi przewyższać taki sam opór, wtedy więc i na jego drodze także nie trzeba stawiać żadnych sztucznych przeszkód. Wogóle, przy rozdziale powietrza w kopalni, należy

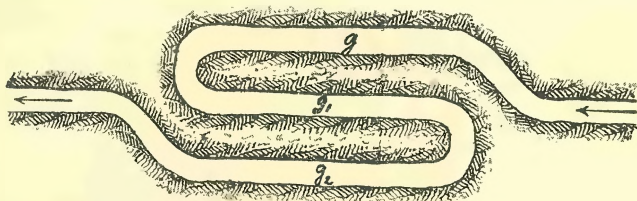


Fig. 862.

się starać uregulować długość oddzielnych strumieni w ten sposób, aby opory, jakie muszą one przewyższać, były mniej więcej jednakowe, bo wtedy ogólny opór całej kopalni będzie najmniejszy.

Oznaczywszy temperamenty oddzielnych części kopalni, można je z sobą porównywać i wyprowadzić pewne dane dotyczące przewietrzania całej kopalni, przyczem mogą mieć miejsce dwa wypadki: 1) przez kopalnię przepływa tylko jeden strumień powietrza, który nie rozdziela się, obchodzi po kolei wszystkie pola jedno po drugim. W tym razie ma miejsce jakby działanie sumujące i jest możebnem znaleźć dla wszystkich części kopalni idących jedna za drugą, moduł, który można nazwać *składanym*, ponieważ on do pewnego stopnia powstaje przez zsumowanie pojedynczych temperamentów i 2) główny strumień powietrza przepływający przez szyb wciągający, doszedłszy do pewnego punktu, rozdziela się na dwa lub więcej strumieni częściowych, które następnie znowu się z sobą łączą. Wtedy mamy do oznaczenia temperament *wspólny*.

Temperament składany. Przypuśćmy że 3 chodniki g, g_1, g_2 , lub 3 części kopalni, przewietrzają się kolejno jedna po drugiej tym samym strumieniem powietrza (fig. 862) i że ich temperatury są t, t_1 i t_2 i że ta sama ilość powietrza q przechodzi przez wszystkie 3 chodniki g, g_1, g_2 .

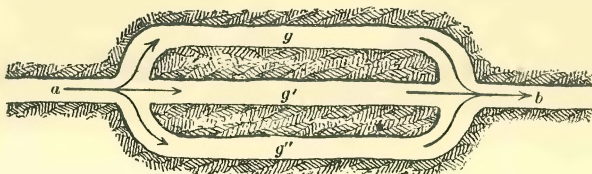


Fig. 863.

W pierwszym chodniku g temperament $t = \frac{q^2}{h}$

" drugim " g_1 " $t_1 = \frac{q^2}{h_1}$

" trzecim " g_2 " $t_2 = \frac{q^2}{h_2}$,

skąd wypada, że

$$h = \frac{q^2}{t}, \quad h_1 = \frac{q^2}{t_1} \quad \text{i} \quad h_2 = \frac{q^2}{t_2},$$

temperament składany będzie $T_s = \frac{q^2}{h + h_1 + h_2}$;

podstawiając za h, h_1, h_2 ich wartości, otrzymamy:

$$T_s = \frac{q^2}{\frac{q^2}{t} + \frac{q^2}{t_1} + \frac{q^2}{t_2}} = \frac{t t_1 t_2}{t t_1 + t_1 t_2 + t t_2}.$$

Moduł więc składany, to jest temperament składany trzech chodników lub trzech części kopalni, które się przewietrzają po kolei jednym i tym samym strumieniem, równa się iloczynowi z temperaturami oddzielnych części kopalni, podzielonemu przez kombinację tych samych temperatur.

2) *Temperament wspólny.* Przypuśćmy znowu, że mamy trzy chodniki g, g_1, g_2 , które rozchodzą się w punkcie a (fig. 863) i które w punkcie b znowu się z sobą łączą w jeden chodnik i że ilość Q powietrza, przepływającego przez chodnik a rozdziela się pomiędzy trzy chodniki g, g_1, g_2 w ten sposób, że $Q = q + q_1 + q_2$. Wtedy mamy:

$$q = \sqrt{Vth}$$

$$q_1 = \sqrt{Vt_1h}$$

$$q_2 = \sqrt{Vt_2h}$$

$$\text{i} \quad Q = \sqrt{VT_w h} = q + q_1 + q_2.$$

Podstawiawszy za q q_1 q_2 ich wartości, otrzymamy

$$\sqrt{VT_w h} = \sqrt{Vth} + \sqrt{Vt_1h} + \sqrt{Vt_2h} = \sqrt{V T_w} \cdot \sqrt{h}$$

$$\text{i} \quad T_w = (\sqrt{t} + \sqrt{t_1} + \sqrt{t_2})^2.$$

Temperament więc wspólny T_w równa się sumie pierwiastków kwadratowych z temperamentów częściowych, podniesionej do kwadratu.

Przykład (fig. 864 i 865). Figura 864 przedstawia przecięcie pionowe, a figura 865 plan kopalni. I jest szyb wyciągowy okrągły o średnicy 4 metr., który jednocześnie służy jako szyb wciągający powietrze. P - szyb wciągający powietrze, także o średnicy 4 metr. AB —przecznica główna, idąca od szybu wyciągowego, która przecina pierwszy pokład w punkcie B , a drugi w punkcie D .

Od głównego chodnika zachodniego Bv idzie, w kierunku wzniesienia, chodnik um , od którego w punkcie m zaczyna się chodnik pośredni mz , ponieważ część pierwszego pokładu na przestrzeni od u do m okazała się niezdatną do odbudowy. W punkcie v , w którym pokład znowu staje się zdatnym do odbudowy, zaczyna się drugi chodnik, w kierunku wzniesienia, dochodzący do chodnika pośredniego mx . Chodnik ten obsługuje należące do niego przodki vx , a chodnik zy takie same przodki leżące wyżej, a prócz tego łączy on jeszcze obie te roboty z chodnikiem powietrznym yE , od którego idzie przecznica EF , prowadząca do szybu wyciągowego P' .

Na wschód od przecznicy AB , w pierwszym pokładzie, idzie chodnik główny BG , od którego zaczyna się chodnik GH , idący w kierunku wzniesienia, który obsługuje należące do niego przodki. HE —chodnik górny powietrzny, przez który wychodzi zepsute powietrze do przecznicy EF i dalej do szybu.

W drugim pokładzie, od przecznicy AB , idzie chodnik główny wschodni DL , a od niego chodnik LM w kierunku wzniesienia, obsługujący należące do niego przodki. Chodnik LM , zapomocą górnego chodnika powietrznego, łączy się z szybem wciągającym P' .

Jak widzimy, strumień powietrza przyplływającego przez szyb P i przecznice AB rozdziela się w punkcie B na trzy oddzielne strumienie, z których jeden obchodzi dwie grupy przodków na

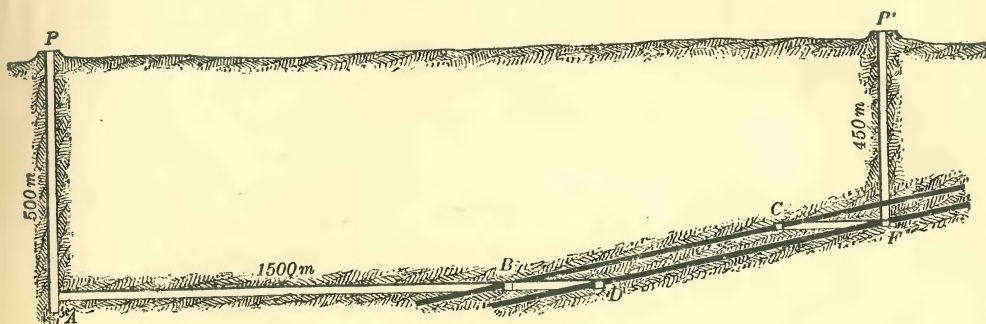


Fig. 864.

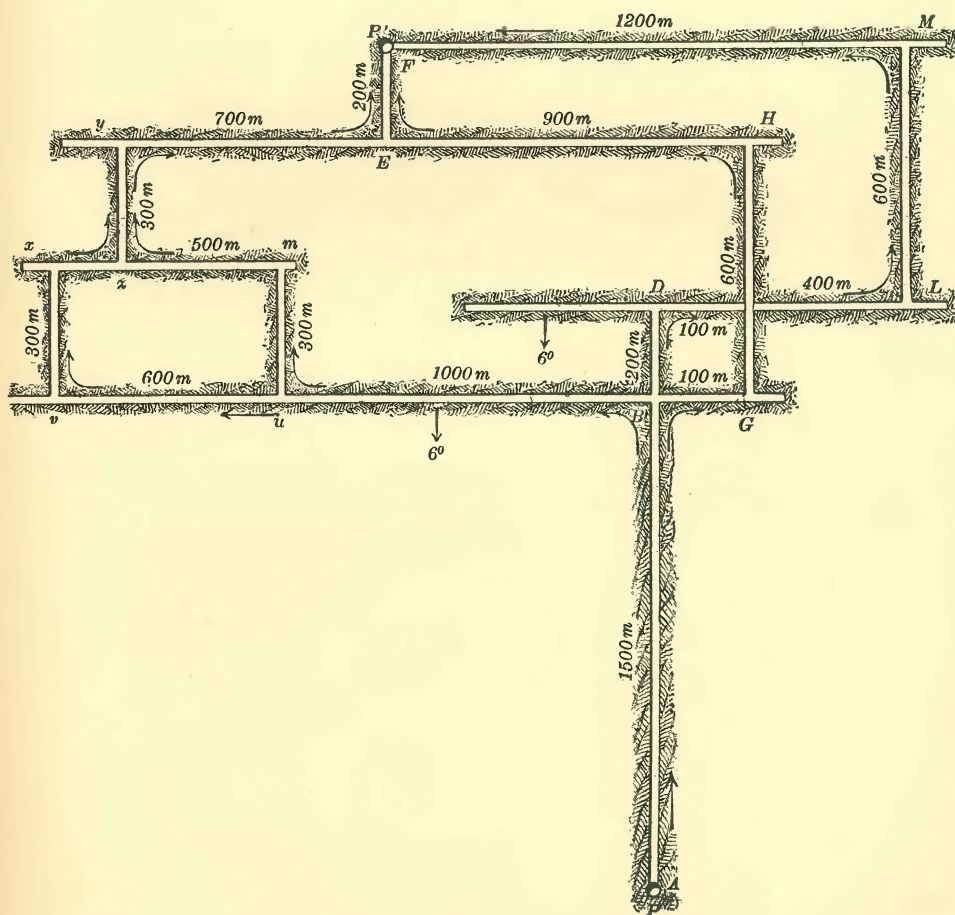


Fig. 865.

zachodzie w pierwszym pokładzie, drugi strumień obchodzi przodki na wschód od chodnika pochyłego GH i trzeci oświeża przodki w pokładzie drugim, na wschód od chodnika wzniesienia LM .

Strumień zachodni, w pierwszym pokładzie, rozdziela się jeszcze w punkcie u na dwa strumienie, które się w punkcie z znowu z sobą łączą, idąc dalej razem do szybu wyciągającego P' .

W tablicy jaka się obok załącza są wskazane wymiary i temperamenty wyrobisk przytoczonych w przykładzie, na zasadzie więc tych danych możemy oznaczyć temperamenty składane i temperamenty wspólne.

Pokład 1-szy. Szyb P i przecznica AB są z sobą połączone i będą miały temperament składany

$$P + AB = T_s = \frac{t_{10} \cdot t_1}{t_{10} + t_1} = 2,9338.$$

W punkcie B schodzą się chodniki pola zachodniego, z chodnikami pola wschodniego.

a) Chodniki pola zachodniego składają się z trzech seryi chodników, idących jedne za drugimi, a mianowicie z chodnika głównego Bu i chodników umz i zyE , z których można zestawić temperament składany

$$Bu + umz + zyE = T_{s1} = \frac{t_2 \cdot t_3 \cdot t_5}{t_2 t_3 + t_3 t_5 + t_2 t_5} =$$

$$= \frac{1,2387 \cdot 0,1736 \cdot 1,2387}{1,2387 \cdot 0,1736 + 0,1736 \cdot 1,2387 + 1,2387 \cdot 1,2387} = 0,1356.$$

b) Na wschód od przecznicy w pierwszym pokładzie mamy trzy chodniki, idące jeden za drugim, których temperament składany znajdziemy w tablicy:

$$BG + GH + HE = T_{s2} = t_7 = 0,2344.$$

Dwa strumienie powietrza, przewietrzające te dwie części kopalni, łączą się w punkcie E w jeden wspólny strumień, a więc temperament wspólny tych dwóch części kopalni będzie

$$T_w = (\sqrt{T_{s1}} + \sqrt{T_{s2}})^2 = (\sqrt{0,1356} + \sqrt{0,2344})^2 = 0,72657.$$

Dalej za temi dwoma częściami kopalni idzie przecznica powietrzna EF , której temperament $t_6 = 22,222$. Jeżeli teraz temperament wspólny T_w obu części kopalni w pokładzie pierwszym połączymy z temperamentem t_6 przecznicy powietrznej EF , to otrzymamy temperament składany całego pokładu pierwszego od szybu wciągającego P aż do podszybia szybu wyciągającego.

Otrzymamy więc

$$T_{s3} = \frac{t_6 \cdot t_w}{t_6 + t_w} = \frac{22,222 \cdot 0,72657}{22,222 + 0,72657} = 0,7035563.$$

Wykaz chodników i szybów wskazanych na figurach 861 i 862.	Wymiary		Obwód P m	Przekrój S m ²	Przekrój w sześciacie m ²	Długość chodników i głębokość szybów	Temperament $t = \frac{LPK}{S^3}$ $K = 0,0017$ dla chodników a dla szybów $K = 0,001$	Oznaczenie temperatury
	Wysokość średnia m	Szerokość m						
Przecznica AB	2,00	2,0	8	4	64	1500	2,9629	t_1
Chodnik główny zachodni Bu	1,50	1,6	6,2	2,4	13,824	1000	1,2387	t_2
Chodnik umz	1,00	1,0	4,0	1,0	1,0	800	0,1736	t_3
" $uvxz$	1,00	1,0	4,0	1,0	1,0	1000	0,1390	t_4
" zyE	1,50	1,6	6,2	2,4	13,824	1000	1,2387	t_5
Przecznica powietrzna EF .	2,00	2,00	8	4,0	64,0	200	22,222	t_6
Chodniki $BGHE$	1,50	1,00	5	1,5	3,375	1600	0,2344	t_7
Przecznica BD	2,0	2,0	8	4	64,0	200	22,222	t_8
Chodniki $DLMF$	1,50	1,00	5	1,5	3,375	2200	0,1704	t_9
Szyb P okrągły	4	—	6,28	12,57	1986	500	316,0098	t_{10}
Szyb P' „	4	—	6,28	12,57	1986	450	351,122	t_{11}

Pokład II-gi. Wyrobiska w drugim pokładzie składają się z przecznicy BD , stanowiącej przedłużenie przecznicy AB i z chodników $DLMF$, które dają temperament składany:

$$BD + DLMF = T_{s4} = \frac{t_8 t_9}{t_8 + t_9} = \frac{22,222 \cdot 0,1704}{22,222 + 0,1704} = 0,1691.$$

To jest temperament drugiego pokładu, który, jak widzimy, jest za mały.

Z temperamentów T_{s3} i T_{s4} można wyprowadzić temperament wspólny dla obudwu pokładów, aż do podszybia szybu wyciągającego P' . Od B do P' mamy w pierwszym pokładzie dwa strumienie, których temperament wspólny T_w jest wiadomy.

Ponieważ strumienie przewietrzające obydwie pokłady łączą się przy szybie wyciągającym, więc ich temperament wspólny T_{w1} będzie następujący:

$$T_{w1} = (\sqrt{T_{s3}} + \sqrt{T_{s4}})^2 = \sqrt{0,7035563} + \sqrt{0,1691})^2 =$$

$$T_{w1} = 1,5635.$$

Aby teraz znaleźć temperament całej kopalni, trzeba do temperamentu T_{w1} dodać temperamenty: szybu wyciągającego P , przecznicy AB i szybu wyciągającego P' .

Temperament więc składany T_c całej kopalni będzie następujący:

$$T_c = \frac{T_s \cdot t_{11} \cdot T_{w1}}{T_s \cdot t_{11} + T_{w1} \cdot t_{11} + T_{w1} \cdot T_s} =$$

$$= \frac{2,9338 \cdot 351,122 \cdot 1,5635}{2,9338 \cdot 351,122 + 1,5635 \cdot 351,122 + 1,5635 \cdot 2,9338} = 1,017.$$

Jeżeli teraz przyjmiemy jakiekolwiek ciśnienie lub depresję, która ma wytworzyć przewiew, to wtedy otrzymamy tę ilość powietrza, jaka będzie przypływać do kopalni w zależności od jej temperamentu i która się ma rozdzielić pomiędzy różne części tej kopalni.

Przypuśćmy np., że ciśnienie h (depresja) = 80 mm. słupa wody, to ilość Q powietrza, jaka będzie przypływać do kopalni otrzymamy z równania

$$Q = \sqrt{T_c h} = \sqrt{1,017 \cdot 80} = 9,02 \text{ m}^3 \text{ na sekundę.}$$

Ponieważ znamy temperamenty każdej oddzielnie wziętej części kopalni, możemy więc oznaczyć depresję w każdej z tych części, jak również ilość powietrza, jaka do niej będzie przypływać.

Wiemy, że depresja w każdej oddzielnie wziętej części kopalni równa się kwadratowi z ilości metrów sześciennych powie-

trza przypyływającego do tej części kopalni, podzielonemu przez jej temperament, to jest $h = \frac{Q^2}{t}$.

Dla szybu wciągającego P i przecznicy AB depresyą, otrzymamy z równania

$$h_1 = \frac{Q^2}{T'_s} = \frac{9,02^2}{2,9338} = \frac{81,36}{2,9338} = 27,73 \text{ mm.}$$

Dla trzech strumieni w obydwóch pokładach aż do szybu wciągającego

$$h_2 = \frac{Q^2}{T'_{w1}} = \frac{81,36}{1,5635} = 52,04 \text{ mm.}$$

Dla szybu wyciągającego P'

$$h_3 = \frac{Q^2}{t_{11}} = \frac{81,36}{351,122} = 0,23 \text{ mm.}$$

Depresya dla całej kopalni

$$\begin{aligned} h_1 &= 27,73 \\ h_2 &= 52,04 \\ h_3 &= 0,34 \\ \hline &= 80,00 \text{ mm.} \end{aligned}$$

Ponieważ znane są nam temperementy każdego z dwóch pokładów, możemy oznaczyć ile z 9,02 metrów sześciennych powietrza przypyływającego do kopalni w ciągu jednej sekundy, będzie przechodzić przez pokład pierwszy, a ile przez drugi.

Przez pokład pierwszy (górny) będzie przechodzić

$$q_1 = \sqrt{T'_{s3} \cdot h_2} = \sqrt{0,7035563 \cdot 52,04} = 6,05 \text{ m}^3 \text{ na sekundę.}$$

Przez pokład drugi (dolny)

$$q_2 = \sqrt{T'_{s4} \cdot h_2} = \sqrt{0,1691 \cdot 52,04} = 2,97 \text{ m}^3.$$

$$\text{Razem } q_1 + q_2 = 6,05 + 2,97 = 9,02 \text{ m}^3.$$

Ponieważ w pokładzie górnym każdy z dwóch oddziałów przewietrza się oddzielnym strumieniem, to możemy także oznaczyć ile będzie przypyływać powietrza do każdego z tych dwóch oddziałów. Depresya h_4 , która zostaje zużyta w obu tych oddziałach jest równą wyżej oznaczonej depresyi h_2 dla wszystkich trzech strumieni, zmniejszonej o depresyę, jaka się zużywa w przecznicy $E'P'$, mamy więc:

$$h_4 = h_2 - \frac{q^2}{22,222} = 52,04 - \frac{6,05^2}{22,222} = 50,4 \text{ mm.}$$

Ilość więc powietrza q_3 przypyływającego do zachodniej części pierwszego pokładu, otrzymamy z równania

$$q_3 = \sqrt{T_{s1} \cdot h_4} = \sqrt{0,1356 \cdot 50,4} = 2,61 \text{ m}^3 \text{ na sekundę.}$$

Do wschodniej zaś części pokładu pierwszego będzie przyływała ilość powietrza q_4 , która się równa

$$q_4 = \sqrt{t_7 \cdot h_4} = \sqrt{0,2344 \cdot 50,4} = 3,44 \text{ m}^3.$$

Często obliczona w ten sposób ilość powietrza dla różnych części kopalni wypada niedostateczną, tak, że wypada ją zmienić.

Przypuśćmy np., że wskazana wyżej ilość powietrza $9,02 \text{ m}^3$ na sekundę musi być rozdzieloną w następujący sposób:

W 1-szym pokładzie dla pola zachodniego . .	3,6 m ³
" " " " " wschodniego . .	3,0 "
" 2-gim "	2,42 "

Razem $9,02 \text{ m}^3$

Ponieważ znaleźliśmy, że do pola zachodniego przyływa tylko powietrza $q_3 = 2,61 \text{ m}^3$, a więc ilość tę należy zwiększyć do $3,6 \text{ m}^3$. Jak wiemy, mamy dwa sposoby do powiększania ilości powietrza przyływającego do danej części kopalni. Potrzeba albo odpowiednio zwiększyć depresję, albo też zwiększyć moduł tej części kopalni, który w danym wypadku jest równy $t_3 = 0,1736$. Przez zwiększenie depresji zwiększymy jednocześnie i ilość powietrza przyływającego do innych części kopalni, musimy więc zwiększyć siłę maszyny. Dlatego też przedewszystkiem należy próbować czy nie da się powiększyć temperamentu tej części kopalni.

Na chodniku głównym $B v$ (fig. 865) w punkcie u , gdzie pokład staje się niezdolnym do odbudowy, strumień powietrza rozdziela się, a dalej w punkcie v , gdzie pokład napowrót staje się zdolnym do odbudowy, mamy chodnik wzniesienia $v x$, który łączy się z chodnikiem $z y$. Część $u v x z$, jak widać z tablicy, ma temperament $t_4 = 0,1390$, połączwszy ten temperament, który nie był przyjęty pod uwagę, z temperamentem rozgałęzienia $u m z$, otrzymamy temperament wspólny, który będzie już odpowiednim dla zachodniej części pokładu I-go. Ten temperament wspólny otrzymamy z równania:

$$T_{w2} = (\sqrt{t_3} + \sqrt{t_4})^2 = (\sqrt{0,1736} + \sqrt{0,1390})^2 = 0,6233.$$

Wskutek tej zmiany musimy oznaczyć nowy temperament T_{ss} dla całej wschodniej części pokładu I-go od B do L' , który równa się:

$$T_{ss} = \frac{t_2 \cdot T_{w2} \cdot t_5}{t_2 \cdot T_{w2} + t_2 \cdot t_5 + T_{w2} \cdot t_5} =$$

$$= \frac{1,2387 \cdot 0,6233 \cdot 1,2387}{1,2387 \cdot 0,6233 + 1,2387 \cdot 1,2387 + 0,6233 \cdot 1,2387} = 0,3106.$$

Wprzódki znaleźliśmy wartość dla $T_{s1} = 0,1356$.

Jeżeli teraz obliczymy, jaka ilość powietrza będzie przypływać pod ciśnieniem 80 mm. przy obliczonym temperamencie $T_{ss} = 0,3106$, to otrzymamy:

$$q_{n3} = q_3 \cdot \sqrt{\frac{T_{ss}}{T_{s1}}} = 2,61 \sqrt{\frac{0,3106}{0,1356}} = 4 \text{ m}^3.$$

Właściwie mówiąc, potrzeba tylko, aby przepływała $3,6 \text{ m}^3$, a my otrzymaliśmy 4 m^3 , to jest o $0,4 \text{ m}^3$ więcej, taka jednak nadwyżka zwykle jest pożądaną. Jeżeliby jednak życzono sobie, aby przez tę część kopalni nie przepływało więcej nad $3,6 \text{ m}^3$ powietrza na sekundę, w takim razie, ponieważ ta mianowicie część kopalni przedstawia największy opór, bo ma najmniejszy temperament, potrzebaby było depresję, którą przyjęliśmy na 80 mm., zmniejszyć, bo, jak widzieliśmy wyżej, depresja niezbędna do przewietrzania całej kopalni, reguluje się według tej z jej części, która stawia największy opór przepływowi powietrza. Ponieważ zaś depresje mają się do siebie jak kwadraty z ilości metrów sześciennych przepływającego powietrza, a więc nową depresję niezbędną do danej ilości powietrza, otrzymamy z równania

$$h_x = 80 \cdot \frac{3,6^2}{4^2} = 64,8, \text{ to jest prawie } 65 \text{ mm.}$$

Możemy również bardzo łatwo wyliczyć, jaka ilość powietrza będzie przypływała do innych części kopalni przy depresji 65 mm.

Wschodnia część I-go pokładu przy depresji 80 mm. otrzymywała $3,44 \text{ m}^3$, a więc przy depresji 65 mm. będzie otrzymywać:

$$\frac{80}{65} = \frac{3,44^2}{x^2}, \text{ skąd } x = 3,1 \text{ m}^3.$$

Drugi pokład przy depresji 80 mm. otrzymał $2,97 \text{ m}^3$, przy depresji 65 mm. otrzyma:

$$\frac{80}{65} = \frac{2,97^2}{x}, \text{ skąd } x = 2,7 \text{ m}^3.$$

Jak widzimy, wschodnie części pokładów I-go i II-go otrzymują więcej powietrza aniżeli było zamiarem im dać, co zwykle bardzo jest pożytecznem, czasami jednak nadmiar powietrza nie jest pożądanym, w takim więc razie należy otwór, przez który powietrze przypływa zmniejszyć zapomocą drzwi z oknem, lub zapomocą przepony, należy więc umieć obliczyć wielkość otworu, jaki potrzeba wtedy zostawić.

Obliczenie otworu dla wypływu powietrza zapomocą rachunku. Zadanie polega na tem, aby przez zwężenie otworu zmniejszyć ciśnienie, zamieniając pewną jego część na prędkość. Przypuśćmy, że mamy chodnik, przez który, gdy w nim nie ma żadnej przeszkody, przepływa Q metrów sześciennych powietrza nu sekundę, temperament tego chodnika jest znany i równa się t . Depresya w tym chodniku jest $h = \frac{Q^2}{t}$. Jeżeli potrzeba zmniejszyć przypływ powietrza z Q metrow sześciennych do q , to i depresya musi być zmniejszoną z h do h_1 i wtedy

$$h_1 = \frac{q^2}{t},$$

jeżeli $h - h_1 = h_2$, to

$$h_2 = \frac{Q^2 - q^2}{t}.$$

Aby nadmiar ciśnienia zużyć, potrzeba go w zwężonym otworze zamienić na prędkość. Teoretyczna prędkość v równa się

$$v = \sqrt{2gh_2} = 4,33 \sqrt{h_2}.$$

Przypuszczamy dalej, że powietrze przepływa przez otwór w cienkiej ścianie i że współczynnik kurczenia się i tarcia gazu $C = 0,66$, wtedy prawdziwa prędkość $v_1 = 0,66 v$

$$\text{i } v_1 = 0,66 \cdot 4,33 \sqrt{h_2} = 2,92 \sqrt{h_2}.$$

Ciśnienie h_2 jest tu wyrażone w milimetrach wysokości słupa wody, gdy tymczasem w danym wypadku powietrze przepływa, potrzeba więc to ciśnienie podzielić przez wagę jednego metra sześciennego powietrza kopalnianego, to jest w okrągłych cyfrach przez 1,133. Otrzymamy wtedy

$$v_2 = 2,92 \sqrt{\frac{h_2}{1,133}} = 2,92 \sqrt{\frac{1}{1,133}} \cdot \sqrt{h_2} = 2,74 \sqrt{h_2}.$$

Płaszczyna otworu wypływowego S jest równą

$$S = \frac{q}{v_2} = \frac{q}{2,74 \sqrt{h_2}}.$$

Podstawiając w to równanie zamiast q jego wartość, otrzymamy:

$$S = \frac{q}{2,74 \sqrt{\frac{Q^2 - q^2}{t}}}.$$

To jest formuła do oznaczenia wielkości otworu wypływowego. Naturalnie przypuszczamy, że są wiadome: temperament tej

części kopalni, ilość powietrza jaka przepływała przez dany chodnik, przed postawieniem drzwi z oknem i ilość powietrza, jaka powinna przechodzić po ustawieniu u drzwi z oknem.

Powracając do powyżej przytoczonego przykładu (fig. 865) widzieliśmy, że do wschodniej części pokładu I-go, przy jej temperaturacie $t_7 = 0,2344$ i przy depresyi 65 mm., przypływa powietrza $3,6 \text{ m}^3$ na sekundę. Gdyby zaszła potrzeba ograniczenia przepływu powietrza do 3-ch m^3 , wtedy należałoby postawić drzwi z oknem, wielkość którego można obliczyć na mocy wyżej przytoczonego równania, a mianowicie:

$$s_1 = \frac{3}{2,74 \sqrt{\frac{3,6^2 - 3^2}{0,2344}}} = 0,253 \text{ metr. kw.}$$

Gdyby w pokładzie II, którego temperament jest $T_{s4} = 0,1691$, zamiast $Q = 2,7 \text{ m}^3$ miało przypływać powietrza tylko $q_1 = 2,4$, to potrzebaby było postawić drzwi z otworem, płaszczyzna którego musiałaby być równą

$$s_2 = \frac{2,4}{2,74 \sqrt{\frac{2,7^2 - 2,4^2}{0,0191}}} = 0,292 \text{ metr. kw.}$$

Przypuśćmy teraz, że w zachodniej części pokładu I-go chcielibyśmy zwiększyć ilość przypływającego powietrza do $3,6 \text{ m}^3$ na sekundę nie za pomocą rozdzielenia strumienia powietrza w punkcie u (fig. 865), lecz przez zwiększenie depresyi. Zachodzi więc pytanie o ile wtedy depresya, którą przyjęliśmy $h = 80 \text{ mm.}$ musiałaby być zwiększoną, gdyby do tej części pokładu miało przypływać zamiast $2,61 \text{ m}^3$ powietrza, $3,6 \text{ m}^3$ na sekundę. Wtedy depresya musiałaby być powiększoną z $h = 80 \text{ mm.}$ do

$$h = 80 \cdot \frac{Q^3}{q^2} = 80 \cdot \frac{3,6^2}{2,61^2} = 152,2 \text{ mm. słupa wody.}$$

Przy tej depresyi praca zawierająca się w całym strumieniu wynosiłaby $9,02 \text{ metr. sześć.} \times 152,2 = 1372,84 \text{ sekundo-kilogramometrów}$, czyli $18,3$ koni parowych, gdy tymczasem przy pierwotnej depresyi wynosiła ona tylko $9,02 \cdot 80 = 721,6 \text{ sekundo-kilogramometrów}$, to jest $9,6$ koni parowych. Przyjąwszy skuteczną pracę wentylatora wraz z poruszającą go maszyną równą $33\frac{1}{3}\%$, otrzymamy, że w pierwszym wypadku potrzebną będzie siła $18,83 \times 3 = 54,9$ koni parowych, a w drugim tylko $28,8$ koni parowych.

Gdy już wszystkie dane, niezbędne do oznaczenia pojedynczych temperamentów różnych części kopalni zostały starannie zebrane, przyczem jednak zbierając je nie należy być zanadto drobnostkowym, wtedy oddzielne moduły można z sobą stosownie do potrzeby i do porządku robót łączyć i nakoniec wyprowadzić ogólny temperament całej kopalni. Po największej części rozdział strumienia powietrza, jaki się otrzymuje na zasadzie tych obliczeń, wypada niezupełnie zadawalniający, wskutek czego zachodzi potrzeba albo strumień powietrza inaczej podzielić, albo też stawiać sztuczne przegrody.

Jeżeli jakakolwiek część kopalni otrzymuje niedostateczną ilość powietrza, czy to wskutek zbyt małej depresyi, lub zbyt małego temperamentu tej części kopalni, wtedy rozpatrują, która z tych dwóch wielkości może być łatwiej w odpowiedni sposób zmienioną. Przedewszystkiem starają się naturalnie powiększyć temperament, przez odpowiednie rozdzielenie strumienia powietrza, przez co całkowita praca przewietrzania zostaje zmniejszoną, a jeżeli to jest niemożliwem, to uciekają się do ostatecznego środka, a mianowicie do powiększenia depresyi, przez co naturalnie całkowita praca przewietrzania także zostaje zwiększoną.

Przewietrzanie środkowe i przekątne. Odróżniają przewietrzanie środkowe i przekątne. Jeżeli szyby wciągające i wyciągające są położone w środku pola kopalnianego i blisko siebie, nie dalej jak w odległości od 20 do 100 metr., wtedy będziemy mieli przewietrzanie środkowe. Jeżeli zaś szyb wciągający, który zwykle jest jednocześnie szybem wyciągowym, znajduje się w środku pola kopalnianego, a szybów wyciągających jest jeden lub kilka i one są położone w bliskości granicy pola kopalnianego, wtedy będziemy mieli przewietrzanie przekątne. Przy przewietrzaniu przekątnem może być także szyb wyciągający po środku pola kopalnianego, a dwa lub więcej szybów wyciągających znajdować się na jego granicach. Obydwa te systemy przewietrzania mają swoje zalety i niedostatki.

Przewietrzanie środkowe ma tę wielką zaletę, że zaraz po pogłębieniu szybów, można je z sobą połączyć chodnikiem i odrazu urządzić prawidłowe przewietrzanie, przyczem kierunek strumienia przyływającego powietrza pozostanie się zawsze ten sam tak podczas przygotowywania filarów jak i podczas ich odbudowy na drodze powrotnej, od granicy pola do szybu. Również i podczas pogłębiania szybów można szyby łączyć z sobą i posługiwać się

obydwoma dla przewietrzania. Wadą zaś przewietrzania środkowego jest to, że powietrze kopalniane musi przechodzić podwójną drogę, a mianowicie od szybu wciągającego do granicy pola i z powrotem, wskutek czego odrazu muszą być ustawione silne maszyny przewietrzające, siła których w samym początku robót, jak również i ku ich końcowi, gdy kopalnia się już zaczyna wyczerpywać, nie może być całkowicie zużytkowaną. Prócz tego, wskutek znacznej różnicy ciśnień powietrza w szybach wciągającym i wyciągającym, strata powietrza jest większą. Nareszcie może się zdarzyć, że przy większym wybuchu gazów, lub innym znaczniejszym wypadku w kopalni, tama oddzielająca szyb wciągający od wyciągającego może być uszkodzoną i wtedy cała ilość powietrza, zamiast obchodzić kopalnię, pójdzie najkrótszą drogą wprost do szybu wyciągającego.

Zalety przewietrzania przekątnego są następujące: Strumień powietrza przechodzi zawsze jedną i tą samą, najkrótszą drogę, wskutek czego siła maszyny zawsze zużytkowuje się całkowicie, strata powietrza, wskutek mniejszej różnicy ciśnień w szybach wciągającym i wyciągającym jest mniejszą i powietrze to nie traci się zupełnie bezpożytecznie, bo w każdym razie polepsza stan zdrowotny starych wyrobisk, nareszcie katastrofa w kopalni nie może tak łatwo i prędko uszkodzić całego urządzenia, służącego do przewietrzania.

Wady przewietrzania przekątnego są następujące: połączenie chodnikiem szybu wciągającego z wyciągającym wymaga bardzo wiele czasu, wskutek czego prawidłowe przewietrzanie może być urządzone dopiero bardzo późno. Samo zaś pogłębianie szybów wskutek braku drugiego szybu, może przedstawiać trudności, które trzeba przezwyciężać urządzeniami tymczasowymi.

W kopalniach, w których są dwa szyby blisko siebie, często, podczas biegu robót, wypada pogłębić, czy to dla lepszego przewietrzania oddzielnych pól, czy też dla opuszczania drzewa do kopalni, jeden lub więcej szybów i w takim razie, w podobnej kopalni, może być tak dobrze urządzone przewietrzanie środkowe jak i przekątne.

Przewietrzanie robót przygotowawczych.

Przewietrzanie robót przygotowawczych zawsze przedstawia największe trudności, ponieważ te roboty nie są połączone z inne-

mi częściami kopalni, wskutek czego powietrze do nich doprowadzane musi wracać tą samą drogą, przez którą wchodzi. To ma miejsce we wszystkich wyrobiskach, mających kształt długiego worka, a mianowicie: przy pogłębianiu szybów, pędzeniu przecznicy, pochylni, chodników głównych i chodników przygotowawczych. We wszystkich podobnego rodzaju wyrobiskach, aby wytworzyć przewiew, potrzeba koniecznie urządzić dwie drogi powietrzne, jedną dla przypływu świeżego powietrza do przodka i drugą dla od-

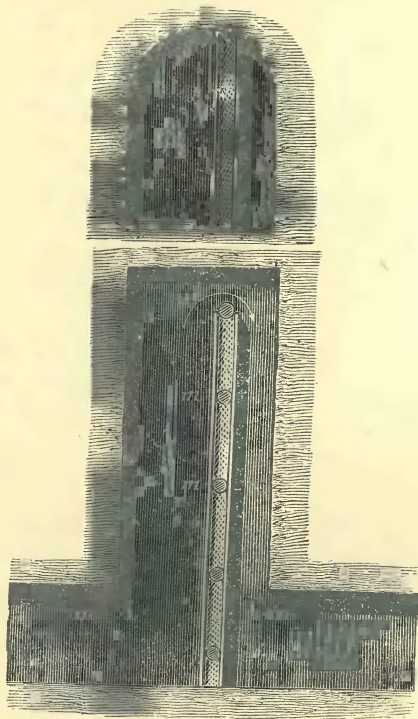


Fig. 866.

plywu zepsutego powietrza od przodka do miejsca, z którego powietrze przychodzi. To się zaś uskutecznia stawiając przepierzenia, pędząc chodniki równoległe, lub układając rury, czyli tak zwane *lutnie*.

Przepierzenia. Najprostszy sposób utworzenia podwójnej drogi powietrznej w chodnikach polega na tem, że przecznicy lub chodnik rozdzielają na dwie części zapomocą przepierzenia idącego wzdłuż chodnika. Zwykle przepierzenia takie urządzają, wbijając między piętro i spodek chodnika stemple *m* (fig. 866), w pewnej odległości jeden od drugiego, a następnie z obu stron stempli przybija-

ją deski szczelnie do siebie dopasowane, przestrzeń zaś między deskami zapełniają suchym piaskiem, lub suchym miałem węglowym. Głina do tego się nie nadaje, ponieważ po wyschnięciu daje szczeliny, przez które powietrze przechodzi, jeżeli jednak chodnik jest wilgotny, to przestrzeń między deskami można zapełnić gliną. W przepierzeniu takim, aby nie tamować przejścia, zwykle robią drzwi.

Czasami przepierzenia robią z pruskiego muru, który w takim razie wznoszą na zaprawie wapienno-cementowej. Bardziej

wysokie przepierzenia robią murowane, w jedną cegłę grube i na zaprawie cementowej.

W chodnikach wązkich i wysokich przepierzenia robią poziome, wbijając między boki przecznicy rozpory, na których układają pomost z dobrze do siebie dopasowanych desek (fig. 867). Górna część przecznicy służy wtedy do przewozu i przyływu powietrza, a dolna dla odpływu wody i powietrza. Powietrze powinno płynąć w tym samym kierunku co i woda, bo inaczej ruch wody tamowałby do pewnego stopnia ruch powietrza.



Fig. 867.

Przepierzenie rozdziela chodnik workowy na dwie części, jeżeli więc przekrój tego chodnika jest nie wielki, a sam chodnik dosyć długi, w takim razie opór jaki musi przezwyciężać powietrze przez niego przepływające bardzo wzrasta, wskutek czego zmniejsza się temperament całej części kopalni przewietrzającej się tym strumieniem. Z tej więc przyczyny ten sposób przewietrzania nie bardzo można zalecać. W wielu razach dogodniej jest nie puszczać całego strumienia powietrza do przodka chodnika workowego, lecz tylko część jego, jak wskazuje figura 868, pozwalając strumieniowi głównemu przechodzić dalej w kierunku prostym.

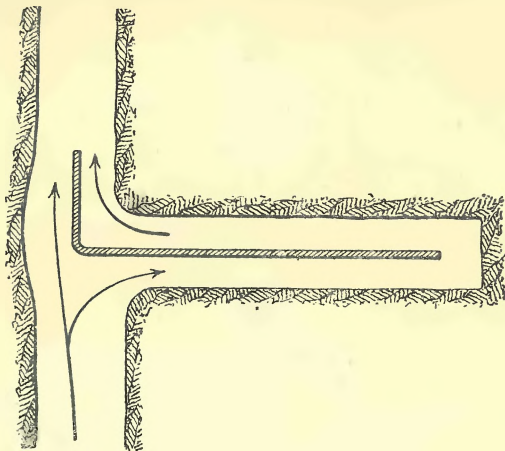


Fig. 868.

Chodniki równoległe. Prowadząc roboty przygotowawcze w samym pokładzie minerału użytecznego, zamiast rozdzielania chodnika zapomocą przepierzenia, pędzą dwa chodniki równoległe w odległości 10—15 metr. jeden od drugiego, które łączą w miarę potrzeby przecinkami przeprowadzonymi w odległości od 20 do 50 metr., tak, że powietrze przyływa jednym chodnikiem, obchodzi przodki i powraca chodnikiem drugim. Koszty zaś pędzenia drugiego chodnika oku-

pują się otrzymanym z tego chodnika minerałem. W ten sposób prowadzą roboty przygotowawcze przy odbudowie filarowej, a mianowicie przy pędzeniu chodników głównych, pośrednich i pochylni.

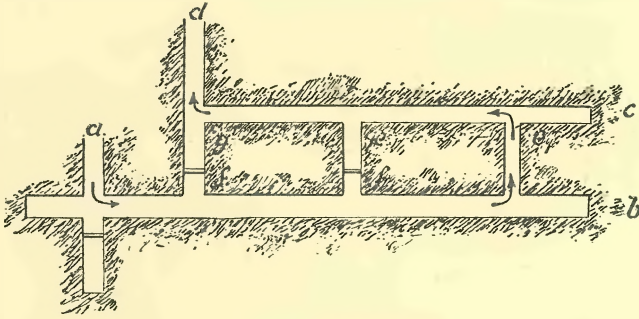


Fig. 869.

Figura 869 przedstawia sposób pędzenia chodnika głównego. *a*—przecznica, od której pędzą chodnik główny *b*, *c*—chodnik do

niego równoległy, który się łączy z chodnikiem głównym przecinkami przebitymi, w odległości od 10 do 50 m., *d* — pochylnia, prowadząca do górnego chodnika powietrznego. Wszystkie przecinki, z wyjątkiem ostatniej, są podsadzone, albo też przegrodzone tamami, tak, że powietrze przechodzi przez cały chodnik główny *b* i powraca chodnikiem *c*.

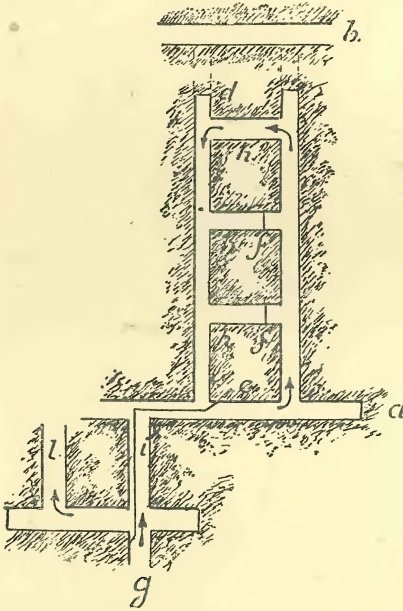


Fig. 870.

być w takim razie mniejszą nad 30 ctm.

Figura 870 przedstawia pędzenie pochylni, mającej połączyć chodnik główny *a* z chodnikiem powietrznym *b*. Pochylnie *d e* prowadzą w odległości 10--25 metr. i łączą je z sobą przecinkami *h*,

Czasami zamiast przecinek wiercą w filarze oddzielającym dwa chodniki równoległe, zapomocą maszyny ręcznej, otwory, średnica których nie powinna

w których, w miarę jak nowa przecinka zostanie przebita, stawiają tamy *f*. Powietrze płynie od szybu przez przecnicę *g*, rozdzieloną na dwie części przepierzeniem *i*, następnie idzie do pochylni i wraca przecinką *h*₁ i pochylnią *d* do drugiej oddzielonej przegrodą *i* części przecnicy *g*, przechodząc dalej do chodnika głównego, przeprowadzonego w innym pokładzie i łączącego się z chodnikiem powietrznym zapomocą pochylni *l*.

Figura 871 przedstawia całe pole już przygotowane do odbudowy zapomocą chodników podwójnych. *a b*—przecznice, na róż-

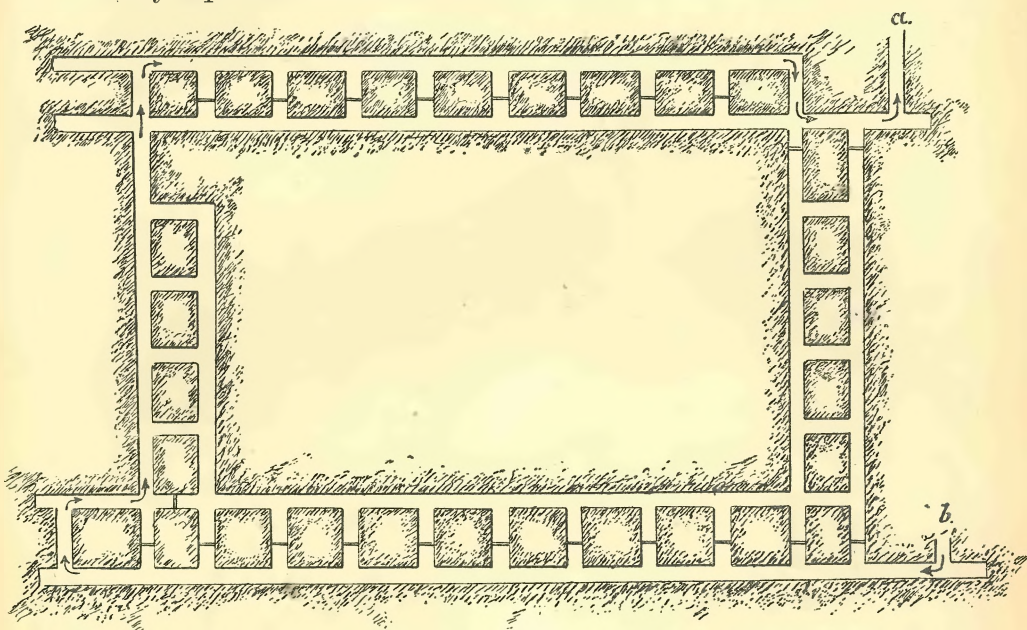


Fig 871.

nych poziomach, prowadzące do dwóch szybów: wciągającego i wyciągającego, od nich idą chodniki główne z ich chodnikami powietrznymi, a te chodniki są połączone pochylniami. Strzałki wskazują kierunek strumienia powietrza, a poprzeczne kreski oznaczają tamy w przecinkach.

Figura 872 przedstawia pędzenie chodnika głównego przy odbudowie cienkich pokładów węgla z podsadzką. *a*—przecznica, *b*—chodnik główny, idący od tej przecznicy, który pędzą szerokim przodkiem *c d*, a następnie wyrobisko pozostające się po wyjęciu węgla w tym przodku podsadzają w ten sposób, że pozostawiają

dwa chodniki *b i*. Powietrze wchodzi przez przecznicę *a* do chodnika *i*, płynie około przodka *c d* i wraca chodnikiem *b* i pochylnią *h* do szybu wyciągającego. *f*—drzwi podwójne, tamujące przyływ powietrza.

Lutnie. Wyrobiska workowe najlepiej i najtaniej można przewietrzać zapomocą lutni, to jest rur, przez które powietrze wtłacza się do przodka lub z niego wyciąga. Lutnie mogą być drewniane, blaszane lub płócienne.

Lutnie drewniane wyrabiają z desek 3 ctm. grubych, połączonych z sobą w ten sposób, że tworzą rurę czworograniastą. Rurę taką okuwają obręczami żelaznymi wpędzonymi na gorąco, uszczelniając przytem miejsca połączeń gliną, a jeszcze lepiej mieszanką pyłu węglowego, gliny i smoły lub talku. Oddzielne rury łączą z sobą w ten sposób, że koniec jednej rury obrabiają w kształ-

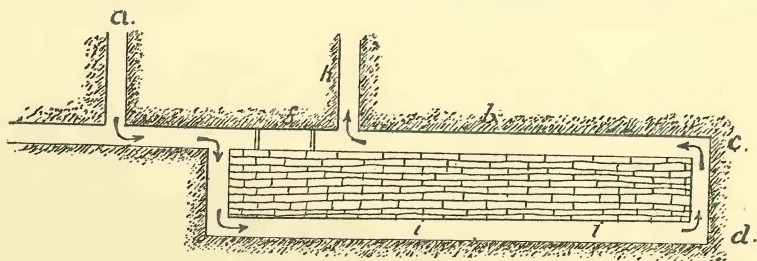


Fig. 872.

cie lejka i wstawiają w niego koniec drugiej rury, ścięty w kształcie stożka.

Czworograniaste lutnie drewniane, które wprzód bardzo często były używane, dziś prawie zupełnie wychodzą z użycia, bo przedstawiają zanadto wielki opór przepływającemu powietrzu, mają za mały przekrój i nie mogą być nigdy zupełnie dobrze uszczelnione.

Lutnie blaszane przygotowują z blachy cynkowej, lub blachy żelaznej cynkowanej, od $1\frac{1}{2}$ do 2 mm. grubej, są zawsze okrągłe i składają się z oddzielnych rur od 1 do 2 metr. długich, średnica których nigdy nie bywa mniejszą od 30 ctm., a często dochodzi do 1 a nawet i do $1\frac{1}{2}$ metra.

Lutnie cynkowe są drogie i mało wytrzymałe, jedyna zaś ich zaleta polega na tem, że gdy są już zniszczone i do dalszego użytku niezdatne, można jeszcze za nie otrzymać $\frac{1}{3}$ ich pierwotnej wartości.

Lutnie blaszane mogą być gładkie lub z żebrami, te ostatnie są daleko trwalsze. Na figurach 873—878 są przedstawione różne rodzaje lutni blaszanych.

Rury, z których się lutnia składa, są na całej długości zlutowane, albo też znitowane. Najlepsze jednak połączenie jest wtedy, gdy brzegi blachy są zagięte, w zagięciu wstawiony jest sznurek i cały szew zalany gorącą mieszaniną szmalcu z kalafonią.

Oddzielne rury łączą z sobą w ten sposób, że koniec jednej rury cokolwiek rozszerzają i wstawiają w niego koniec drugiej rury, który jest trochę węższy, lub też łączą rury mufkami; w jednym i drugim razie miejsce połączenia musi być uszczelnione gliną, lub innym pakunkiem. Lepsze jest połączenie zapomocą mufki z klinem (fig. 879 i 880).



Fig. 873.



Fig. 874.



Fig. 875.

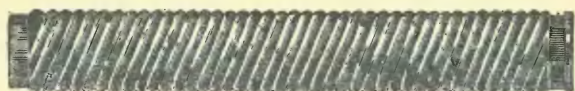


Fig. 876.

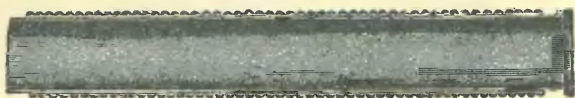


Fig. 877.

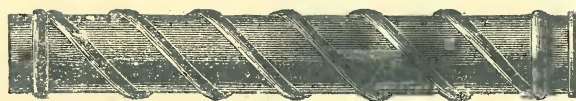


Fig. 878.

Składa się ono z mufki *cd* 120 mm. szerokiej, wyłożonej wewnątrz pakunkiem z miękiego sukna, które jest przyklejone do wewnętrznej strony blachy. Mufka jest rozcięta i wzdłuż brzegów tego rozcięcia są przytwierdzone na zewnętrznej stronie mufki, kawałki żelaza korytkowego *U*, na które nasuwa się klin *b*.

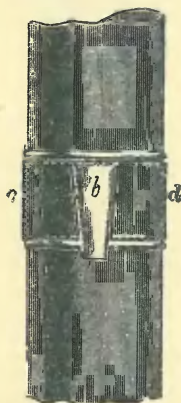


Fig. 879.

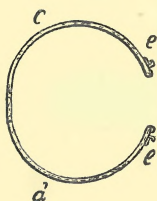


Fig. 880.

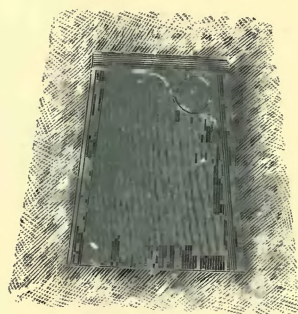


Fig. 881.

Lutnie blaszane umocowują w rogach chodników. Jeżeli chodnik ma obudowę drewnianą, to lutnię przytwierdzają do odrzwi za-

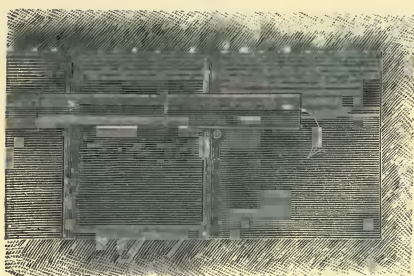


Fig. 882.



Fig. 883.

pomocą pasów z płaskiego żelaza, jeden koniec których przybijają do kapy, a drugi do nogi (fig. 881). Jeżeli zaś chodnik nie ma wcale obudowy, lutnię umocowują sposobem wskazanym na figurach 882 i 883. Jeżeli połączenie oddzielnych rur w lutni jest stożkowe, to przy jej ustawianiu należy zwracać uwagę na to, aby rozszerzone końce rur były zwrócone w tę stronę, z której powietrze przypływa. Na zakrzywieniach lutnie nie powinny być nigdy zagięte pod

kątem prostym, lecz w kształcie łuku, jak wskazuje figura 884, bo lutnie kątowe przedstawiają zanadto wielki opór.

Lutnie płócienne (fig. 885) przedstawiają rury okrągłe z płótna wulkanizowanego, całkowicie nieprzenikliwego dla wody i powietrza, wewnątrz których są umieszczone, w odstępach co 300 lub 400 mm., pierścienie stalowe *r*. Takie rury robią 5—10 metr. długie, przy średnicy 250 — 750 mm. Składają się one z łatwością w ten sposób, że pierścienie dochodzą jeden do drugiego, co bardzo ułatwia ich przewóz. Oddzielne rury łączą z sobą w ten sposób, że ostatni pierścień pierwszej rury przesuwają przez pierwszy pierścień drugiej rury i dopasowawszy do siebie te pierścienie, zwiążują połączenie sznurkiem.

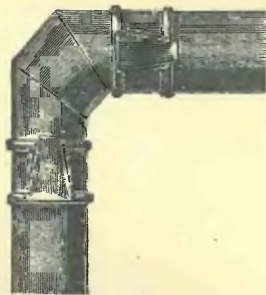


Fig. 884.

Lutnie te są bardzo dogodne, bo są łatwe do przewozu i do zawieszania; 100 metr. lutni można zawiesić w ciągu mniej więcej 5-ciu minut, a całe 100 metr. mieści się do jednego wózka.

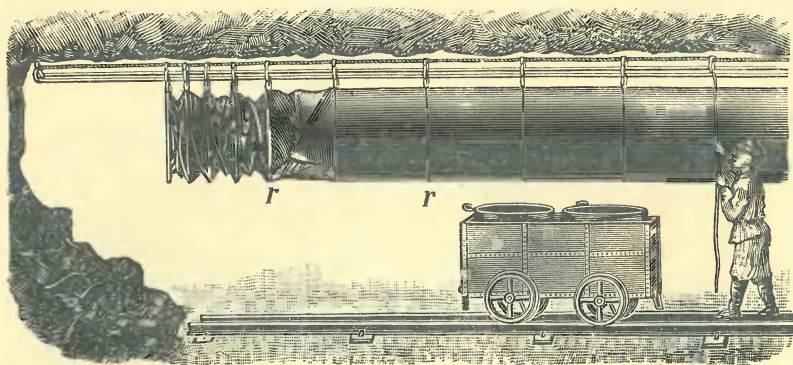


Fig. 885.

Dlatego, aby lutnia nie mogła być uszkodzoną przy robocie materiałami wybuchowymi, ostatnie jej 20 lub 30 metr. zawieszają w ten sposób, że lutnię przed wystrzałem można zsunąć, a po wystrzale rozsunąć, jak wskazuje fig. 885 ¹⁾

¹⁾ *Jičinsky*. Katechismus der Grubenwetterführung, str. 168.

Lutnie ssące i tłoczące. Przewietrzanie zapomocą lutni może się odbywać dwojakim sposobem, albo świeże powietrze przypływa przez lutnię, a powietrze zepsute wychodzi przez wyrobisko (*lutnie tłoczące*), albo też świeże powietrze przypływa przez wyrobisko, a zepsute wychodzi przez lutnię (*lutnie ssące*). Lutnie tłoczące przedstawia figura 886, a lutnie ssące figura 887. Przypuśćmy, że G przedstawia przecznice idącą od szybu, przez który świeże powie-

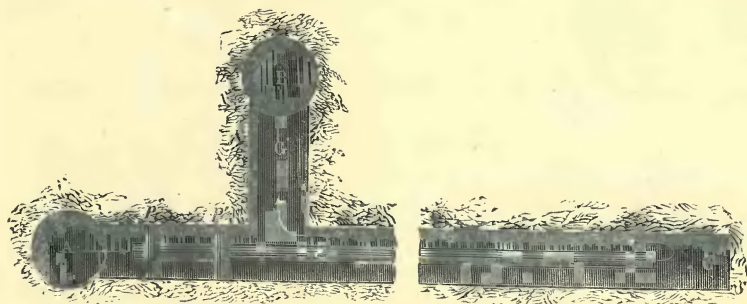


Fig. 886.

trze przypływa do kopalni, a G' — chodnik łączący tę przecznice z szybem B , przez który zepsute powietrze wychodzi z kopalni; jeżeli lutnia ma być tłocząca, ustawiają w przecznicy G , niedaleko szybu (fig. 886) dwoje drzwi $p p'$, przez które przepuszczają lutnię,

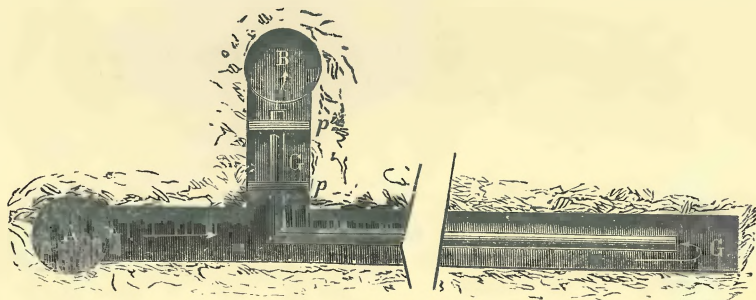


Fig. 887.

idącą aż do przodka przecznicy G , w takim razie powietrze z szybu będzie wchodzić do lutni, i doszedłszy do jej końca, wracać przez przecznice G do szybu B . Jeżeli lutnia ma być ssącą, drzwi ustawiają w chodniku G' około szybu B (fig. 887) i wtedy świeże powietrze będzie przypływało przez przecznice G , a zepsute będzie wychodzić przez lutnię do szybu.

Porównywując z sobą lutnie ssące i tłoczące, należy zawsze

oddać pierwszeństwo lutniom tłoczącym, a to z następujących przyczyn:

Powietrze dochodzące do przodka jest daleko czystsze, bo przechodząc przez lutnie nie może się niczem zanieczyścić, gdy tymczasem przy lutniach ssących świeże powietrze, nim dojdzie do przodka musi przechodzić przez wyrobiska, w których się nagrzewa i zanieczyszcza.

Przy działaniu jednej i tej samej siły, ilość powietrza przyływającego do przodka jest większą przy lutniach tłoczących, aniżeli przy lutniach ssących, ponieważ w jednym i drugim wypadku

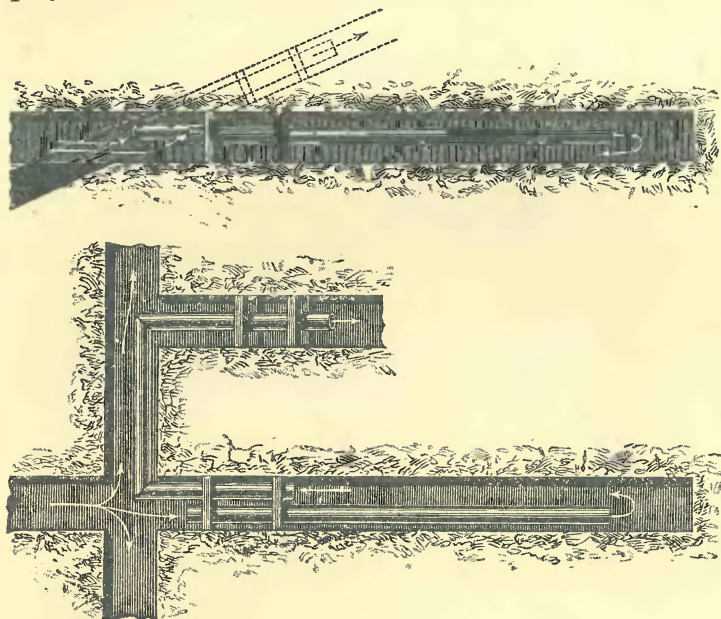


Fig. 888.

prędkość powietrza w lutniach, a także i objętość powietrza przechodzącego w jednostce czasu przez lutnie, jest jednakową, lecz lutnie tłoczące są napełnione powietrzem czystym, a lutnie ssące powietrzem zepsutem i nagrzanem, a ponieważ powietrze wskutek ogrzania zwiększa swoją objętość, a więc ilość powietrza przepływającego przez lutnie ssące będzie znacznie mniejszą od ilości powietrza przepływającego przez lutnie tłoczące.

Przodek jest lepiej przewietrzany, ponieważ świeże powietrze, wypływając z rur pod pewnem ciśnieniem, dochodzi do samego przodka, miewa się zaraz z gazami szkodliwymi, wydzielającymi

się tam i unosi je z sobą, gdy tymczasem przy lutniach ssących świeże powietrze płynie z daleko mniejszą szybkością, wskutek czego wraca przez lutnie, nie dochodząc do przodka.

Jedyny niedostatek lutni tłoczących polega na tem, że powietrze zepsute wraca od przodka tą mianowicie drogą, po której odbywa się przewóz, a więc po której chodzą robotnicy z lampami, co w pewnych razach może przedstawiać wielkie niedogodności. Dlatego też w kopalniach, w których wydziela się gaz wybuchający, w podobnych wypadkach zawieszają, w dolnej części chodnika, przepony płócienne, zwężając tym sposobem przekrój jego dolnej części i zmuszając strumień powracającego powietrza podnosić się ku górze i rozpuszczać zbierający się pod piętnem gaz.

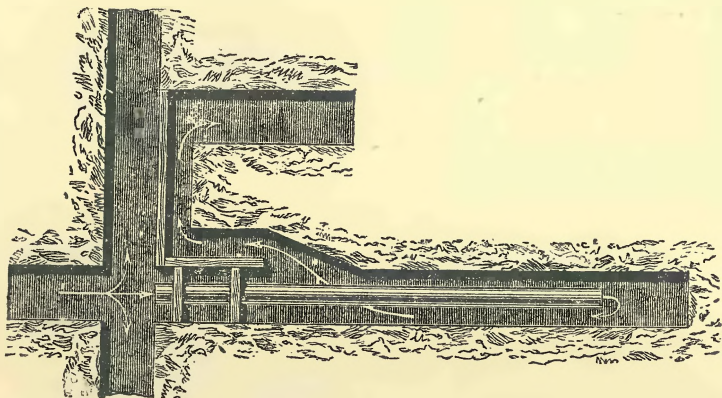


Fig. 889.

Na zasadzie tego wszystkiego cośmy wyżej powiedzieli, należy zawsze urządzać lutnie tłoczące, lutnie zaś ssące używać tylko w wyjątkowych razach, gdy jakaś przeszkoda w chodniku tamuje odpływ powietrza od przodka, jak np. gdy wskutek wybuchu gazów nastąpił obwał chodnika, lub też w chodniku odbywają się roboty ratunkowe.

Czasami można zastosować jednocześnie lutnie ssące i tłoczące, jak wskazuje figura 888. Świeże powietrze przepływa przez lutnię tłoczącą, dochodzi do przodka, wraca z początku chodnikiem, a następnie wchodzi do lutni ssącej, która go odprowadza do chodnika połączonego z szybem wyciągającym. W razie jeżeli jedna lutnia ssąca jest niewystarczającą, można postawić dwie lub trzy, zwiększając tym sposobem przekrój rur, które zepsute powietrze odpływa.

Zamiast ustawiania lutni ssącej, można dla odpływu powietrza zepsutego oddzielić część chodnika zapomocą przegrody, jak wskazuje figura 889.

Podwójne lutnie ssące i tłoczące ustawiają jeszcze wtedy, gdy potrzeba się dostać do chodnika, w którym jest bardzo wysoka temperatura, lub też chodnika napelnionego gazami trującymi.

Obliczenie modułu lutni ¹⁾. Lutnie, podobnie jak szyby i chodniki, przedstawiają opór płynącemu powietrzu i mają swój moduł, który koniecznie potrzeba umieć obliczyć. Jak wiemy, moduł równa się:

$$t = \frac{S^3}{PSK} = \frac{1}{K} \cdot \frac{S^3}{PL}.$$

Przypuśćmy, że mamy lutnie blaszane, o przekroju koła. Według Daubisson'a dla takich lutni $K = 0,0004$, to jest $\frac{1}{K} = 2500$.

Wyrażając P i S w funkcyi średnicy lutni d , otrzymamy:

$$P = 3,141 d \text{ i } S = 0,785 d^2, \text{ czyli } S^3 = 0,484 d^6,$$

moduł więc lutni otrzymamy z równania

$$t = \frac{2500 \cdot 0,484 d^6}{3,14 d L} = \frac{2500 \cdot 0,154 d^5}{L} = \frac{385 d^5}{L} \dots \dots \dots A.$$

Ciśnienie powietrza h równa się

$$h = \frac{Q^2}{t} = \frac{Q^2 L}{384 d^5} \dots \dots \dots B,$$

skąd

$$Q = \sqrt{\frac{h \cdot 385 d^5}{L}}.$$

Powietrze, które przechodzi przez lutnię, powraca chodnikiem, potrzeba więc zwracać uwagę i na moduł chodnika.

Przykład. Przypuśćmy, że mamy przewietrzać chodnik workowy 2 metr. szeroki i wysoki, a więc przekrój którego $S = 4 \text{ m}^2$, że chodnik ten ma 80 metr. długości, że powietrze ma być doprowadzane zapomocą lutni o średnicy $d = 0,4$ metr. i że ilość powietrza Q , jaką należy doprowadzać do przodka, wynosi $0,5 \text{ m}^3$ na sekundę.

Według wyżej przytoczonej formuły A , moduł lutni

$$t = \frac{385 d^5}{L} = \frac{385 \cdot 0,01024}{80} = 0,04928.$$

¹⁾ Wabner, str. 232.

Przyjawszy, że dla chodnika współczynnik $K = 0,0018$, moduł chodnika otrzymamy z równania

$$t_1 = \frac{1 \cdot 64}{0,0018 \cdot 8 \cdot 80} = 55,55.$$

Znając obydwa moduły, możemy wyprowadzić moduł składowany.

$$T_s = \frac{t \cdot t_1}{t + t_1} = \frac{0,04928 \cdot 55,5}{0,04928 + 55,5} = 0,05.$$

Dla wprowadzenia więc do tego chodnika workowego $0,5 \text{ m}^3$ powietrza na sekundę, potrzebne będzie ciśnienie:

$$h = \frac{Q^2}{T_s} = \frac{0,5^2}{0,05} = 5 \text{ mm słupa wody.}$$

Czyli, że dla doprowadzenia $0,5 \text{ m}^3$ powietrza na sekundę do przodka chodnika workowego, mającego 80 metr. długości i o przekroju 4 m^2 , zapomocą lutni okrągłej, o średnicy 0,4 metr., potrzebne jest ciśnienie 5 mm. słupa wody. Powietrze niezbędne dla przewietrzania tego chodnika może być wzięte tylko ze strumienia głównego, przewietrzającego całą kopalnię, ale siły, to jest ciśnienia potrzebnego dla doprowadzenia go do przodka chodnika workowego, może dostarczać albo strumień główny, albo też inne źródło, które w takim razie musi być umyślnie do tego celu wytworzone. Zachodzi więc pytanie, jak jest lepiej, czy wziąć tę siłę ze strumienia głównego, czy też z innego źródła.

Oczywiście, że jeżeli tę siłę, to jest to ciśnienie wynoszące w danym wypadku 5 mm. słupa wody, weźmiemy z ciśnienia, które jest niezbędne dla wprowadzenia do kopalni głównego strumienia, to ilość powietrza dostarczanego do kopalni musi się zmniejszyć, co nie jest do życzenia, aby więc do tego nie dopuścić, musimy ciśnienie lub depresję w kopalni zwiększyć, to jest odpowiednio zwiększyć siłę maszyny. Ponieważ jednak w największej liczbie wypadków powiększyć siłę maszyny jest bardzo trudno, dlatego też zwykle szukają innego źródła siły.

Przykład. Długość chodnika workowego początkowo ma być 50 metr., a następnie stopniowo powiększona do 600 metr. Ciśnienie strumienia głównego, część którego ma być zużyta na przewietrzanie chodnika workowego, wynosi $H = 80 \text{ mm.}$ słupa wody. Strumień główny dostarcza do kopalni 60 m^3 powietrza na sekundę. Do przodka chodnika workowego potrzeba dostarczyć $0,5 \text{ m}^3$ powietrza na sekundę. Powietrze to ma być dostarczane zapomocą lutni blaszanych o średnicy 0,5 metr.

Moduł lutni o średnicy 0,50 metr. i 50 metr. długich znajdziemy z równania

$$t_1 = \frac{385 d^5}{l} = \frac{385 \cdot 0,5^5}{50} = 0,25.$$

Moduł t_2 takiej samej lutni 600 metr. długiej równa się:

$$t_2 = \frac{385 d^5}{600} = 0,02.$$

Moduł chodnika workowego, którego obwód $P = 12$ metr., przekrój $S = 8,75$ i długość $L = 50$ otrzymamy z równania

$$T_1 = \frac{S^3}{K P L} = \frac{8,75^3}{0,0018 \cdot 12 \cdot 50} = 620,3.$$

Moduł tego samego chodnika przy długości 600 metr.

$$T_2 = \frac{8,75^3}{0,0018 \cdot 12 \cdot 600} = 51,69.$$

Moduł składany T_{s1} chodnika i lutni 50 metr. długich

$$T_{s2} = \frac{t_1 T_1}{t_1 + T_1} = \frac{0,24 \cdot 620,3}{0,24 + 620,3} = 0,24.$$

Moduł składany T_{s2} chodnika i lutni 600 metr. długich

$$T_{s2} = \frac{t_2 T_2}{t_2 + T_2} = \frac{0,02 \cdot 51,69}{0,02 + 51,69} = 0,02.$$

Z początku jako siłę zmuszającą powietrze przechodzić przez lutnie, można użyć prędkość strumienia głównego. Jeżeli strumień główny dostarcza do kopalni 60 m³ powietrza na sekundę, a chodnik główny ma przekrój $3,5 \cdot 3 = 10,5$ m², to prędkość strumienia wynosi

$$\frac{60}{10,5} = 5,72 \text{ metr.}$$

Nadwyżka ciśnienia h_1 , jaka jest niezbędną dlatego, aby zmusić powietrze przechodzić przez lutnię 50 metr. długą i mającą 0,5 metr. średnicy, równa się:

$$h_1 = \frac{q^2}{T_{s1}} = \frac{0,5^2}{0,24} = 1,04 \text{ mm.,}$$

a przy długości lutni 600 metr.

$$h_2 = \frac{q^2}{T_{s2}} = \frac{0,5^2}{0,02} = 12,5 \text{ mm.}$$

Siłę jaka jest niezbędną do zmuszenia powietrza przechodzić przez lutnie, otrzymamy z równania:

przy długości lutni 50 metr.

$$N_1 = \frac{q \cdot h_1}{75} = \frac{0,5 \cdot 1,04}{75} = 0,007 \text{ koni par.},$$

a przy długości lutni 600 metr.

$$N_2 = \frac{q \cdot h_2}{75} = \frac{0,5 \cdot 12,5}{75} = 0,083 \text{ koni par.}$$

Siła ta, jak widzimy, jest nieznaczną.

Strumień główny wskutek swej prędkości $v = 5,72$ metr. wywiera na powierzchnię lutni ku niemu zwróconą, ciśnienie

$$h_3 = \frac{v^2 \cdot 1,133}{2g} = 1,8894, \text{ to jest prawie } 2 \text{ mm.}$$

To ciśnienie przy długości lutni 50 metr. jest więcej aniżeli dostateczne dlatego, aby zmusić przechodzić przez nią $0,5 \text{ m}^3$ powietrza na sekundę. Co innego jednak będzie miało miejsce, gdy długość lutni dojdzie do 600 metr., bo wtedy dla przewyciężenia oporu potrzebną jest nadwyżka ciśnienia, wynosząca 12,5 mm. słupa wody, a takiej nadwyżki prędkość strumienia dostarczyć już nie może. Jeżeli więc przy długości lutni 50 metr., dla przypływu do kopalni 60 m^3 powietrza, przy depresji 80 mm., wystarczała maszyna o sile $N_3 = \frac{60 \cdot 80}{75} = 64$ koni par. rzeczywistych, to jest $64 \cdot 3 = 192$ koni parowych (bo siła rzeczywista równa się $33\frac{1}{3}\%$ siły teoretycznej maszyny i wentylatora), to gdy długość lutni dojdzie do 600 metr., siła maszyny niezbędnej dla dostarczania do kopalni 60 m^3 powietrza na sekundę, z których $0,5 \text{ m}^3$ ma przecho-
dzić przez lutnię, musi być równą:

$$N_4 = \frac{60 \cdot 90,5 \cdot 3}{75} = 217,2 \text{ koni parowych.}$$

Przykład ten jasno wskazuje nam kiedy dla przewietrzania chodników workowych może być użyta siła wentylatora przewietrzającego całą kopalnię, a w jakich wypadkach należy stosować inną siłę.

Jeżeli długość chodnika workowego, a względnie i lutni nie przenosi 50—60 metr., to jest gdy opór jaki stawiają lutnia i chodnik przepływowi powietrza jest nieznacznym, można zawsze korzystać z siły maszyny przewietrzającej całą kopalnię. Jeżeli zaś długość chodnika workowego jest znaczną, a szczególnie jeżeli się ich prowadzi kilka jednocześnie, w takim razie dla ich przewietrzania należy użyć innej siły.

Nie wiele inaczej przedstawia się kwestya, jeżeli przewietrzanie odbywa się nie zapomocą lutni, lecz przez pędzenie chodników podwójnych, albo też stawiając w chodnikach workowych przegrody powietrzne. W podobnych wypadkach, ponieważ chodniki przedstawiają mniejszy opór przepływowi powietrza aniżeli lutnie, można, używając do przewietrzania chodników workowych siły wentylatora, służącego do przewietrzania całej kopalni, pędzić je cokolwiek dłuższe aniżeli 50—60 metrów.

Przewietrzanie wyrobisk workowych zapomocą oddzielnej siły, niezależnej od strumienia głównego. Widzieliśmy wyżej, że jeżeli długość chodnika workowego przenosi 50—60 metr., wtedy opór, jaki przedstawia przepływowi powietrza ten chodnik i umieszczona w nim lutnia, jest zbyt znaczny, aby do jego przecięcia można było użyć siły strumienia głównego, przewietrzającego całą kopalnię, w podobnych więc wypadkach przewietrzanie wyrobisk workowych odbywa się jednym z trzech sposobów:

- 1) za pomocą bezpośredniego wtłaczania powietrza zgęszczonego;
- 2) zapomocą inżektorów działających zgęszczonem powietrzem, wodą, lub parą—i
- 3) zapomocą małych wentylatorów ręcznych, lub też działających zgęszczonem powietrzem, albo wentylatorów z motorem elektrycznym.

Przewietrzanie zapomocą powietrza zgęszczonego. Bezpośrednie wpuszczanie powietrza zgęszczonego do przodka chodnika workowego jest środkiem najdroższym i najmniej skutecznym, bo tą drogą można otrzymać tylko bardzo nieznaczną ilość świeżego powietrza, a cała praca zużyta na jego zgęszczenie zostaje straconą bez żadnego pożytku. Przez rurkę o średnicy 1,5 mm., przy zgęszczaniu powietrza do 3 atmosfer, można otrzymać na minutę tylko 0,216 m³ powietrza pod ciśnieniem 1-ej atmosfery, przez rurkę o średnicy 3 mm., przy takim samem zgęszczeniu, otrzymuje się 0,588 m³, a przez rurkę 5 mm. średnicy 1,224 m³ na minutę ¹⁾. Oczywiście że te ilości powietrza są zbyt małe i dla należytej wentylacji chodnika workowego nie wystarczające.

Daleko lepiej zużytkowuje się zgęszczone powietrze, wpuszczając je nie wprost do przodka chodnika workowego, lecz do krót-

¹⁾ Jičinsky, str. 178.

kiej rury, umieszczonej na drodze, przez którą przechodzi główny strumień powietrza, i która jest połączona z lutnią dochodzącą do przodka chodnika. Urządzenie to przedstawia figura 890. Koniec rurki *a*, idącej od kompresora, wstawia się w rurę *b*, połączoną z lutnią dochodzącą do przodka. Powietrze zgęszczone wpuszczone do

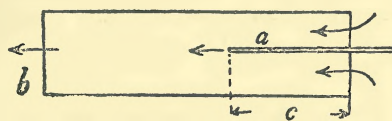


Fig. 890.

rury płynie po niej z wielką szybkością, wskutek czego rura zaczyna wciągać powietrze zewnętrzne. Odległość *c* końca rurki *a* od początku rury *b*, nie ma żadnego wpływu na działanie przyrządu,

ale rurka *a* musi się znajdować w samym środku rury *b*, tak, aby powietrze zgęszczone było wtłaczane w kierunku osi rury *b*.

Zapomocą tego przyrządu można dostarczyć do przodka, zależnie od średnicy rurki *a* i stopnia zgęszczenia powietrza, od 5-ciu do 12-stu razy większą ilość powietrza od tej jaka przyplywa od kompresora przez rurkę *a*.

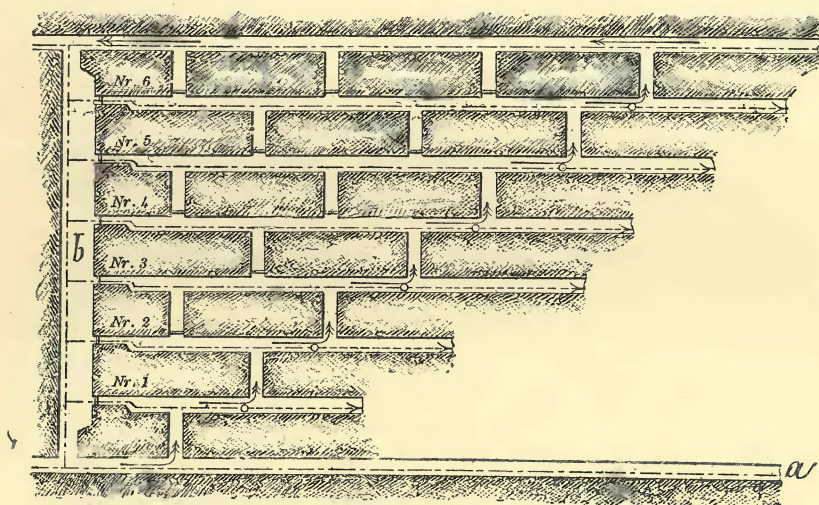


Fig. 891.

W ten sposób przewietrzają w kopalniach, w których się wydzielają gazy wybuchające, całe pola przygotowujące się do odbudowy. Figura 891 przedstawia przewietrzanie jednego takiego pola pochylnianego; *a*—chodnik główny, *b*—pochylnia, *c*—chodnik górny odprowadzający zepsute powietrze. N-ra 1, 2, 3 i t. d. oznaczają

prowadzące się od półchodników przygotowawczych (workowe). Podwójną strzałką \longleftrightarrow oznaczony jest kierunek głównego strumienia powietrza. Linia przerywaną z kropkami — — — — — oznaczane są rury doprowadzające powietrze zgęszczone do lutni, a linią kropkowaną z kółkiem \bigcirc — — — — — oznaczony jest kierunek oddzielnych strumieni dochodzących do przodków, które się wytwarzają wskutek wpuszczania powietrza zgęszczonego do lutni. Nareszcie dwie linijki w poprzek chodnika oznaczają tamy postawione w przecinkach.

Jak widzimy, główny strumień powietrza z chodnika głównego wchodzi do chodników przygotowawczych, a następnie przez ostatnią przecinkę, idącą od chodnika przygotowawczego Nr. 6, przechodzi do górnego chodnika powietrznego, ograniczającego pole. Około każdej ostatniej przecinki, łączącej prowadzące się chodniki przygotowawcze, rura, doprowadzająca powietrze zgę-

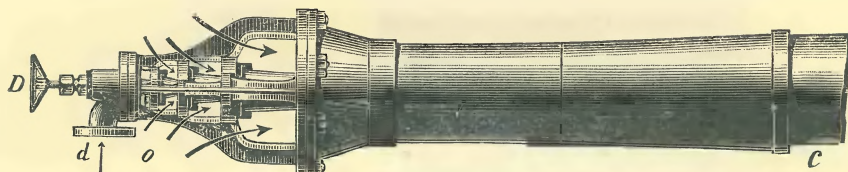


Fig. 892.

szczone od kompresora, ma rozgałęzienie, w kształcie krótkiej rurki, na końcu zwężonej, która wchodzi do lutni blaszanej, idącej do przodka chodnika przygotowawczego.

Wyżej opisane urządzenie działa daleko lepiej, jeżeli powietrze zgęszczone wpuszczać nie wprost do lutni, lecz do małych inżektorów Körting'a, połączonych z lutniami dochodzącymi do przodków chodników workowych.

Inżektory Körting'a, jakie się wtedy używają, są zbudowane zupełnie w ten sam sposób jak i inżektor opisany na stronicy 365, fig. 832, z tą tylko różnicą, że wymiary ich są daleko mniejsze i że jest ustawiony nie pionowo lecz poziomo. Tego rodzaju inżektor przedstawia figura 892. Powietrze zgęszczone wpuszcza się przez rurę d do rurki, umieszczonej w kierunku osi rury V . Wskutek ruchu powietrza w rurze V , ta ostatnia wciąga powietrze otaczające przez szereg lejków stopniowo się rozszerzających. Przepustnica D służy do regulowania przypływu powietrza zgęszczonego, C — lutnia połączona z inżektorem.

Zupełnie w ten sam sposób, jak powietrze zgęszczone, działa woda pod ciśnieniem; tam więc gdzie przodki, dla zapobieżenia tworzeniu się pyłu, zraszają się wodą pod ciśnieniem, ta sama woda używa się do przewietrzania chodników workowych.

Wentylatory ręczne. Do przewietrzania chodników workowych używają jeszcze małe wentylatory ręczne. Są one znane od bardzo dawna, bo używano je w kopalniach jeszcze w początkach wieku XVII. Ówczesne wentylatory przedstawiały wał z czterema skrzydłami, umieszczony w skrzyni drewnianej. Na wale była osadzona korba, którą obracając, wprowadzało się w ruch wentylator.

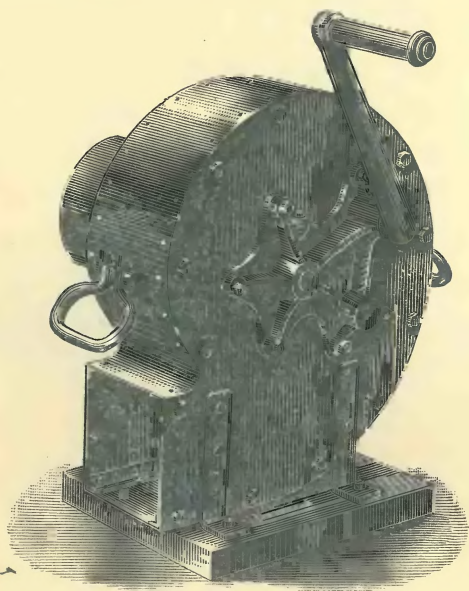


Fig. 893.

Tego rodzaju wentylatory tylko znacznie ulepszone, jeszcze i dziś się używają. Figura 893 przedstawia wentylator ręczny systemu Petersena, dosyć często używany w kopalniach naszego zagłębia. Wentylator wprowadza się w ruch zapomocą korby i przekładni kół zębatach. Mogą być one mniejsze o średnicy koła z łopatkami 300 mm. i większe o średnicy koła 450 mm., dla pierwszych potrzebne są

lutnie o przekroju 130 mm², a dla drugich lutnie o przekroju 160 mm².

Wentylatorów ręcznych jest bardzo dużo systemów, a mianowicie: Pelzer'a, Mortier, Ritinger'a Guibal'a i inne.

Wentylatory małe wprowadzane w ruch siłą mechaniczną. Wentylatory ręczne używają się tylko w kopalniach, w których się nie wydziela gaz wybuchający, w kopalniach z gazami wybuchającymi użycie ich jest często wzbronione przepisami górnictwami. Tam, dla przewietrzenia chodników workowych, używają wentylatory działające siłą wody, powietrza zgęszczonego, lub elektrycznością. Wentylatory działające siłą wody zwykle są połą-

czone bezpośrednio z turbinami, wprowadzającymi je w ruch. Są one szczególnie dogodne tam, gdzie jest naturalny spadek wody, albo też gdy się ma wodę pod pewnem ciśnieniem, jak to ma miejsce wtedy, gdy się zrasza przodki w celu zapobieżenia tworzeniu się pyłu.

Figura 894 przedstawia wentylator Mortier, połączony z pomocą przekładni pasowej z motorem działającym zgęszczonem powietrzem.

Ostatniemi czasy najczęściej używają się wentylatory połączone z motorami elektrycznemi.

Wszystkie tego rodzaju wentylatory zwykle ustawiają na wózkach kopalnianych, co znacznie ułatwia ich przewóz z jednego miejsca na drugie.

Nadzór za przewietrzaniem kopalni. Kończąc rozdział o przewietrzaniu, musimy zwrócić jeszcze uwagę na niezbędność ustanowienia należytego nadzoru i jak najściślejszej kontroli nad prawidłowością przewiewu.

Jak widzieliśmy wyżej, dobre przewietrzanie polega na zabezpieczeniu ciągłego i stałego przyływu do kopalni potrzebnej ilości powietrza i na należytem zużytkowaniu przyływającego powietrza, to jest na prawidłowem rozprowadzaniu go po całej kopalni. Byłoby jednak wielką omyłką przypuszczać, że gdy przewietrzanie zostało już raz należycie urządzone, zawsze jednakowo dobrze działać będzie. Stan kopalni, w miarę postępu robót, ciągle się zmienia, a więc zmieniają się i warunki, od których przewiew zależy. Wraz z długością chodnika zmienia się opór, jaki strumień powietrza, przepływającego przez ten chodnik, musi przezwyciężać, a więc zmienia się i objętość przepływającego powietrza. Wadliwe urządzenie tamy, za duże okienko w drzwiach, postawienie nowych drzwi, a nawet proste niezam-

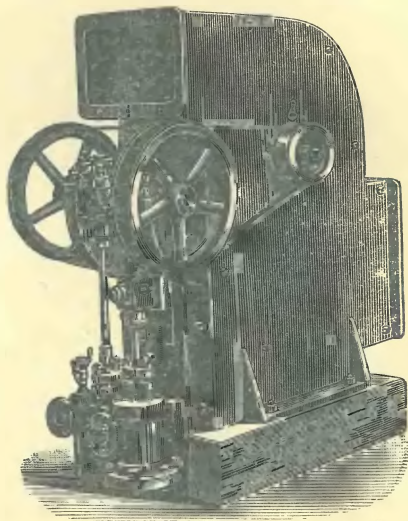


Fig. 894

knięcie drzwi, może pozbawić powietrza całą część kopalni. Nawet wyjątkowe okoliczności, jak nagromadzenie urobionego minerału w danem miejscu, pozostawienie koni w wązkim chodniku, zwiększony przewóz i t. p., mogą znacznie pogorszyć stan zdrowotny danej części kopalni. Przewietrzanie więc powinno być ciągle przedmiotem najściślejszej kontroli, o czem prowadzący roboty nigdy zapominać nie powinien.

Nadzór za przewietrzaniem powinien mieć oddzielny sztygar. Przebywając jednak w kopalni całemi godzinami, górnik powoli przyzwyczaja się do tej atmosfery i nie odczuwa, a częściej nie zwraca należytej uwagi na drobne zmiany w czystości powietrza, które mogą następować powoli i nieznacznie, ale w ostatecznym rezultacie dotkliwie na zdrowiu robotników i na kosztach własnych odczuć się dają. Dlatego też należy stale używać anemometru i robić ciągle pomiary, sprawdzając dokładnie prędkość strumienia przyptywającego powietrza. Anemometr należy ustawiać zawsze w jednym i tem samym miejscu, bo tym sposobem łatwiej rozpoznać zmiany zachodzące w prędkości i ilości przyptywającego powietrza. Dla rozpoznania zaś małych różnic w ciśnieniach, należy posługiwać się aneroidami, fabrykacya których doszła już dziś do takiej doskonałości, że zapomocą tych przyrządów z łatwością można oznaczyć różnicę ciśnienia gdy aneroid stoi na stole i na podłodze.

Nareszcie należy robić plany wentylacyi oddzielnych części kopalni, na których powinien być ściśle oznaczony kierunek strumienia i jego długość.

ROZDZIAŁ XI.

Czynności i urządzenia dodatkowe.

Oświetlenie kopalń.

Sposób oświetlenia kopalń, w których się gazy nie wydzielają, ma znaczenie zupełnie podrzędne, kwestya nabiera znaczenia dopiero wtedy, gdy skały są przesiąknięte gazem wybuchającym, bo w podobnym wypadku płomień świecy lub lampy może zagrażać życiu robotników.

Lampy używają się w kopalniach dwojakie: stałe i przenośne. Stałemi lampami oświetlają podszybia, komory maszynowe, stajnie podziemne, a czasami przecznice i chodniki główne przewozowe, wszystkie zaś inne wyrobiska oświetlają lampami przenośnemi. Lampy stałe najczęściej używają elektryczne (łukowe lub żarowe), rzadziej naftowe z reflektorami, lub acetylenowe.

Lampy przenośne używane w kopalniach, w których się gazy nie wydzielają, są jeszcze bardzo pierwotne. Składają się one z puszki blaszanej, napełnionej olejem i opatrzonej rurką, w którą wstawia się knot. Każdy robotnik sam sobie kupuje olej, a ponieważ olej jest materiałem stosunkowo drogim, miesza go z naftą, przez co lampa łatwiej się zapala. Domieszka jednak nafty powinna być stanowczo wzbroniona, bo nafta daje bardzo dużo kopci. Oświetlenie to wogóle przedstawia bardzo wiele do życzenia i należy się tylko dziwić, że dotąd jeszcze nie zostało ulepszonem.

Dziś zamiast oleju używają często benzyny, którą napojona jest gąbka połączona z knotem. Tego rodzaju lampy opatrzone są

szklanemi cylindrami, dają one dobre światło, ale są bardzo ciężkie. Nareszcie ostatniemi czasy zaczęto używać lampy acetylenowe, które dają najwięcej światła, bo nawet z odległości 30 metr. lampa zupełnie dostatecznie oświetla daną przestrzeń. Lampy te są bez kwestyi najlepsze i dostarczają najtańszego światła, ale są także bardzo ciężkie, a prócz tego przy ich użyciu trzeba zachować pewne środki ostrożności.

Lampy bezpieczeństwa. Widzieliśmy wyżej, że niektóre pokłady węgla są nasiąknięte gazem błotnym, który się wydziela przy ich odbudowie i że gaz ten zmieszany w pewnym stosunku z powietrzem, tworzy mieszaninę piorunującą, zapalającą się od płomienia lampy lub świecy. Dopóki lampy bezpieczeństwa nie były znane, pokłady te nie mogły być przedmiotem odbudowy, a przynajmniej mogły być odbudowywane tylko na bardzo nieznacznych przestrzeniach, co najwyżej jednym przodkiem. W kopalniach, gdzie się takie pokłady odbudowywały codziennie rano, przed zaczęciem robót, potrzeba było wypalać gaz, jaki się nagromadzał podczas nocy. Operację tę odbywali najodważniejsi górnicy, których zwano *pokutnikami* (*pénitents*). Górnik otuliwszy się dobrze zmoczoną bielizną, nakładał na twarz maskę, a na głowę kaptur i wzięwszy w rękę długi pręt, na końcu którego była umocowana paląca się świeca, pełzał powoli wzdłuż chodnika, wypalając gaz zbierający się pod piętnem.

Oczywiście, że przy tego rodzaju robotach wypadki musiały być bardzo częste i zwracały na siebie powszechną uwagę, pobudzając uczonych do wynalezienia innego rodzaju oświetlenia.

W 1815 r. uczony angielski Sir Humprey Davy, przeprowadziwszy szereg doświadczeń, przekonał się, że płomień palących się gazów nie może przejść przez wąską rurkę metaliczną, ponieważ palące się gazy, przechodząc przez rurkę, która jest dobrym przewodnikiem ciepła, do tego stopnia ochładzają się, że temperatura ich nie jest już dostateczną do podtrzymania ich palenia się. Dalej Davy przekonał się, że siatka metaliczna, która nie jest niczem innem jak połączeniem masy krótkich rurek, również płomienia przepuszczać przez siebie nie może, bo palące się gazy, przechodząc przez oczka siatki, także się ochładzają.

Na zasadzie tych spostrzeżeń Davy przyszedł do wniosku, że jeżeli płomień lampy górniczej otoczyć kołpaczką z siatki drucianej i wstawić taką lampę w mieszaninę gazów wybuchających,

to gazy będą się zapalały tylko wewnątrz siatki, ale płomień na zewnątrz rozprzestrzeniać się nie będzie, ponieważ, aby wyjść z siatki, musiałby się rozdzielić na masę drobniotkich płomyków, a każdy z nich, przechodząc przez oddzielne oczko siatki, powinien zgasnąć. Tym sposobem Davy zbudował pierwszą lampę bezpieczeństwa. Lampa ta (fig. 895) składa się z puszki blaszanej *a*, w którą się nalewa olej i wstawia knot i do której przysrubowywa się cylinder siatkowy z drutu mosiężnego z miedzianą pokrywką *e*. Ażeby siatka nie mogła być uszkodzoną, otacza się ją klatką z prętów metalicznych *d*.

Lampa Davy'ego weszła w powszechne użycie, wkrótce jednak przekonano się, że ona ma poważne braki i że nazwisko lampy bezpieczeństwa niewłaściwie jej zostało nadanem, bo ona tylko ostrzega o niebezpieczeństwie, ale go odwrócić nie jest w stanie. To też w pierwszych latach jej użycia, gdy w niej pokładano zanadto wiele zaufania, liczba nieszczęśliwych wypadków w kopalniach węgla okazała się większą, aniżeli przed jej wynalezieniem.

Braki lampy Davy'ego są następujące:

1. Daje za mało światła, bo, ponieważ druty zajmują $\frac{4}{5}$ całej przestrzeni siatki, lampa daje tylko $\frac{1}{5}$ część tego światła, jakaby dawała gdyby płomień nie był zakryty.

2. Przy silnym przewiewie siatka w jednym miejscu rozpala się do białości i płomień z łatwością może na zewnątrz wyskoczyć.

3. Robotnicy, aby zapalić fajkę, łatwo mogą płomień na zewnątrz wyciągnąć.

Nie zważając jednak na te wszystkie niedostatki, lampka Davy'ego oddała wielkie usługi i jeszcze do ostatnich czasów była używaną do oznaczenia ilości gazu wybuchającego w powietrzu, ponieważ do tego celu ona się lepiej nadaje aniżeli lampy z cylindrami szklanymi.

Z postępem czasu lampa Davy'ego została ulepszoną przez dodanie cylindra szklanego, otaczającego płomień; przez odprowadzenie produktów spalania do oddzielnej rury, tworzącej kominiek i przez zamianę płaskiego knota na okrągły.

Lampa Clanny tem się różni od lampy Davy'ego, że w dolnej części zamiast siatki, umieszczony jest cylinder szklany 78 mm.



Fig. 895.

wysoki, który otacza płomień, wskutek czego lampa daje daleko więcej światła.

Lampa Mueseler'a (fig. 896 i 897). Składa się z puszek blaszanej *a* do oleju, na której jest

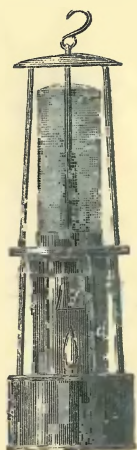


Fig. 896.



Fig. 897.

umocowany gruby cylinder szklany *d*, pokryty u góry poziomą siatką drucianą *f*. Przez siatkę przechodzi blaszany kominek *g*, u dołu cokolwiek się rozszerzający, podstawa którego znajduje się poniżej siatki poziomej. Siatka pozioma jak również i kominek są nakryte kołpaczką z siatki drucianej *e*. Cała zaś lampa, dla zabezpieczenia jej od uszkodzeń, wstawia się w klatkę z grubego drutu, która się przykręca do górnej powierzchni puszek.

Powietrze niezbędne do palenia się lampy przechodzi przez kołpaczek *c*, a następnie przez poziomą siatkę *f* do knota, produkty zaś spalenia wychodzą przez kominek *g* do kołpaczka *e*, a zamtąd na zewnątrz.

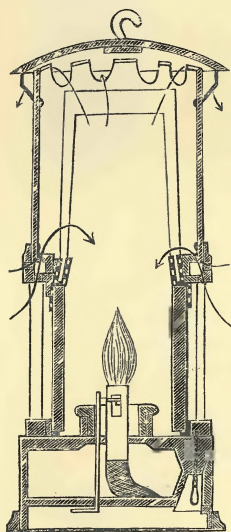


Fig. 898.

Zaleta lampy Mueseler'a polega na tem, że jeżeli tylko powietrze, wskutek domieszki gazu błotnego, nabrało własności mieszaniny piorunującej, lampa sama przez się gaśnie, bo mieszanina wybuchająca wchodząc do lampy zapala się w szklanym cylindrze, który natychmiast napełni się dwutlenkiem węgla. Dzięki zaś kierunkowi, w jakim przypływa świeże powietrze do lampy, dwutlenek węgla opuszcza się na knot i gasi płomień. Również lampa gaśnie, jeżeli ją nachylić.

Lampy Mueseler'a należą do jednych z najlepszych, użycie ich w Belgii jest nakazane prawem.

Lampa Marsaut (fig. 898) tem się różni od lampy Mueseler'a, że zamiast poziomej siatki i kominka jest podwójny kołpaczek z sia-

tki drucianej, a zamiast klatki z grubego drutu siatka jest otoczona płaszczem blaszanym, który nie tylko ją zabezpiecza od uszkodzenia, ale jeszcze chroni od zanieczyszczenia i od przewiewu z boku, wskutek czego wyskakiwanie płomienia na zewnątrz siatki staje się niemożliwym.

Powietrze wchodzi do lampy przez szpary zrobione w dolnej podstawie płaszcza blaszanego, ztamtąd dochodzi do knota, a produkty spalania podnoszą się do góry i wychodzą przez okrągłe otwory zrobione w górnej podstawie płaszcza blaszanego.

Lampa Marsaut należy do najlepszych obecnie znanych lamp.

Wszystkie lampy bezpieczeństwa powinny być w ten sposób urządzone, aby puszka z olejem, w której jest umieszczony palący się knot, nie mogła być dowolnie przez osobę używającą lampę odjęta, gdyż inaczej robotnicy częstoby je otwierali, co mogłoby być przyczyną ciągłych wybuchów. W starych lampach górna część lampy wraz z siatką przysrubowywała się do pierścienia z gwintem osadzonego na puszcze z olejem. Ten jednak sposób połączenia nie jest odpowiednim i we wszystkich nowszych lampach używają się zamki udoskonalone, których robotnik nie może otworzyć. Najczęściej przy lampach bezpieczeństwa robią zamki, które się otwierają tylko zapomocą magnesu ¹⁾.

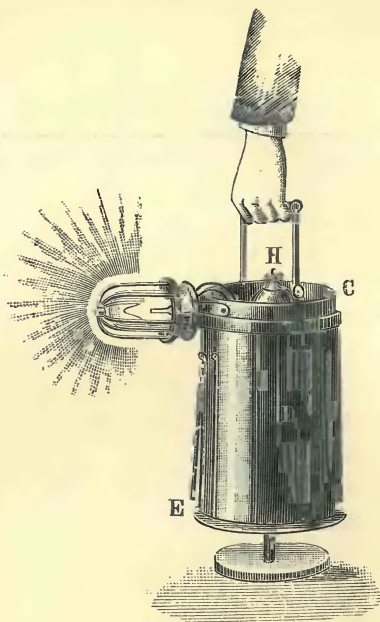


Fig. 899.

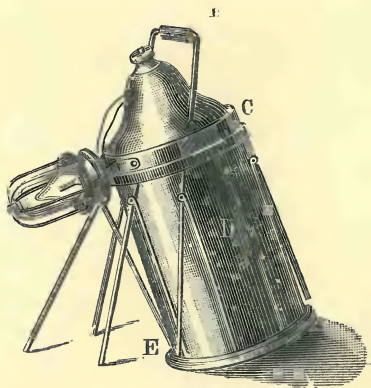


Fig. 900.

¹⁾ G. Köhler. Lehrbuch der Bergbaukunde. Leipzig 1897, str. 763.

Lampa elektryczna przenośna Trouve'go (fig. 899 i 900). Lampa Trouve'go przedstawia małą lampkę żarową Edisona, w której lampa i bateria (dwuchromian potażu) tworzą jedną całość, tak, że niema żadnej obawy, aby iskry mogły powstawać. Składa się ona z drewnianego hebanowego cylindra *C*, zawierającego baterię i z metalicznego okucia *D*, z denkiem *E*. Przy cylindrze jest rączka *F*, pokrywka *H* z biegunami baterii i lampka z okuciem metalicznym, zabezpieczającym ją od uszkodzenia. Jak tylko aparat zostanie postawiony na ziemi, jak wskazuje fig. 900, przykrywka *H* podnosi się do góry, połączenie elektrodów z płynem przerywa się i lampa gaśnie. Jeżeli znowu przykrywka *H* zostanie opuszczoną, jak wskazuje fig. 899, lampa napowrót się zapala. Stosownie do głębokości, do jakiej przykrywka zostanie opuszczoną lampa wydaje mniej lub więcej silne światło, a przy najniższem położeniu pali się z siłą pięciu świec. Światło o sile jednej świecy, lampa może dawać bez przerwy w ciągu 12 godzin. Lampa Trouve'go używa się gdy zachodzi potrzeba udania się do miejsc wypełnionych gazami nie podtrzymującymi oddychania, jak np. przy robotach ratunkowych, przy budowie tam ogniowych i t. p.

Nadzór nad lampami. Przy każdej kopalni, w której się wydzielają gazy wybuchające, powinna być osobna lampiarnia. Lampiarnia urządzi się na powierzchni, albo też wewnątrz kopalni, około szybu, przez który wchodzi świeże powietrze. Lampy zawieszają na ścianach, każda lampa ma swój numer, takim samym numerem jest oznaczony hak, na którym ona wisi i ten sam numer ma jej właściciel. Robotnik, udając się do kopalni, dostaje lampę zapaloną i zamkniętą, brak lampy po skończeniu dniówki, na odpowiednim haku w lampiarni, wskazuje, że jej właściciel jest jeszcze w kopalni. Lampy więc są jednocześnie kontrolą czy wszyscy pracujący wrócili z kopalni.

Jako materiał oświetlający używa się olej rzepakowy w dobrym gatunku, który daje mało kopciui, w ostatnich czasach zaczęto używać benzyny. Siatki czyszczą się albo szczotkami ręcznymi, albo też okrągłą szczotką wprowadzaną w ruch maszynką. Czasami siatki oczyszczają przez wypalanie na wolnym płomieniu palących się wiórów, lub też przez wypłukanie w roztworze 1 cz. sody w 7-miu części wody.

Dla zmuszenia robotników, aby więcej dbali o swoje lampy, w niektórych kopalniach robotnicy nie tylko są obowiązani sami sobie lampy kupować, ale jeszcze i płacić za ich naprawę. Lampy

powinny być utrzymywane w wielkim porządku, przez specjalnie do tego celu wyznaczone osoby. Nie należy nigdy zapominać, że ciemno paląca się lampa przeszkadza robotnikowi w jego zajęciu i często może być przyczyną zmniejszenia jego zarobku, pomimo więc najsurowszego zakazu podobna lampa wzbudza w robotniku chęć jej otwarcia i poprawienia. Dlatego też koniecznie należy dbać o to, aby lampy były oddawane robotnikom w zupełnie dobrym stanie.

Pożary w kopalniach.

Pożary w kopalniach należą do największych klęsk, zagrażających nie tylko bezpieczeństwu i życiu robotników, ale i egzystencji samej kopalni. Powstają one z trzech przyczyn: nieostrożności, samowolnego zapalania się węgla i zapalania się gazu wybuchającego.

Nieostrożne obchodzenie się z lampami górniczymi w szybach i chodnikach z obudową drzewną, jak również i w stajniach podziemnych; nie dosyć ścisły nadzór nad piecami podziemnymi, służącymi do odświeżania powietrza, jak również nad kotłowniami podziemnymi i t. p., był niejednokrotnie przyczyną pożarów w kopalniach. Pożary tego rodzaju są szczególnie niebezpieczne wtedy, jeżeli gazy, tworzące się przy paleniu, unoszą się pędem powietrza w inne części kopalni, w których pracują górnicy. Taki pożar miał miejsce 31 maja 1892 r. w kopalni błyszczu ołowianego srebronosnego w Przibram w Czechach. Kopalnia ta ma 5 szybów od 910 do 1100 metr. głębokości. Pożar powstał w szybie najgłębszym, w którym oprócz obudowy drzewnej, były jeszcze kierowniki i schody ruchome drewniane, tak, że razem było w szybie około 800 metrów sześciennych drzewa. Przyczyną pożaru, jak się zdaje, był palący się knot, który jeden z górników wyrzucił z lampy na spocznik w oddziale drabinowym. Ogień objął cały szyb, dym i gazy rozeszły się z niezmierną szybkością po kopalni i z 835 górników, jacy się wtedy znajdowali pod ziemią, 330 straciło życie.

W kopalni węgla Kleofas, około Katowic na Szlązku, w nocy z 3 na 4 maja 1896 r., również wskutek zapalenia się obudowy w szybie, zadusiło się dymem i gazami powstałymi przy pożarze 101 górników.

Dla zapobieżenia tego rodzaju pożarom należy, o ile to jest możebnem, unikać nagromadzenia w kopalniach materyałów łatwo

zapalnych. Szyby, służące do przyływu świeżego powietrza do kopalni i które w naszych kopalniach węgla w zagłębiu Dąbrowskiem służą często jako szyby główne, przez które wyciąga się całe wydobywanie, powinny być omurowane, wewnętrzne zaś urządzenie szybu, a mianowicie belki, przepierzenia, a w większych kopalniach nawet kierowniki i spoczniki, lepiej robić żelazne. Części drewniane, choćby nawet napojone roztworami zmniejszającymi ich zdolność zapalania się, jak dowiodło smutne doświadczenie przy pożarze w szybie Hermenegilda w polskiej Ostrawie w r. 1896, nie zabezpieczają jeszcze od ognia.

W szybie, przez który przyływa świeże powietrze do kopalni, nie tylko obudowa, ale i sam budynek nadszybowy powinny być ogniotrwałe.

Szyb z całkowitą lub częściową obudową drzewną wtedy mianowicie jest bardzo niebezpiecznym, jeżeli jest zupełnie suchym, co ma miejsce prawie zawsze, jeżeli przez szyb przechodzą rury doprowadzające parę do maszyn podziemnych. Rury te nadzwyczajnie wysuszają drzewo i zmniejszają jego trwałość. W podobnych wypadkach szyb należy ciągle zraszać wodą, którą się doprowadza rurami.

Jeżeli szyb służy do przyływu świeżego powietrza do kopalni, w takim razie pożar budynku nadszybowego jest równie dla kopalni niebezpiecznym jak i pożar samego szybu, bo razem z powietrzem zaczyna wchodzić do robót podziemnych dym i inne gazy, tworzące się przy paleniu, które oddychania nie podtrzymują. Wprawdzie, w razie pożaru, kierunek strumienia powietrza płynącego w kopalni zwykle się zmienia i palący się szyb, przez który wchodziło świeże powietrze, staje się szybem wyciągającym zepsute powietrze z kopalni, ale taka zmiana, szczególnie przy silnem przewietrzaniu, nie następuje tak szybko i, jak praktyka dowiodła, ludzie giną wprzód, aniżeli przyływające powietrze zdąży zmienić kierunek. Dlatego też zawsze ile razy szyb, przez który świeże powietrze przyływa do kopalni znajduje się wewnątrz budynku, lub gdy nad nim znajduje się wieża, wylot szybu powinien być opatrzony żelaznymi drzwiami, lub klapami, urządzonemi w ten sposób, aby w razie pożaru można je było natychmiast opuścić i szyb zamknąć. Jest to niezbędne nie tylko dlatego, aby nie dopuścić do wnętrza kopalni dymu i gazów, ale jeszcze i dla zabezpieczenia od pożaru, jakiby mógł powstać w samym szybie, gdyby palące się części spadały do jego wnętrza. Ponieważ zaś zamknięcie

szybu zatamowałoby przyływ świeżego powietrza do kopalni, dla zapobieżenia więc temu, na pewnej głębokości pod powierzchnią ziemi, urządza się kanał, idący od szybu, wylot którego wyprowadzają po za obręb budynku, w miejscu bezpiecznym od pożaru. Kanał taki, w razie zamknięcia szybu, służy do przyływu świeżego powietrza do robót podziemnych. W kopalniach węgla w polskiej Ostrawie urządzenie podobnego kanału jest obowiązującym na zasadzie istniejących przepisów. Tego rodzaju urządzenie przedstawia

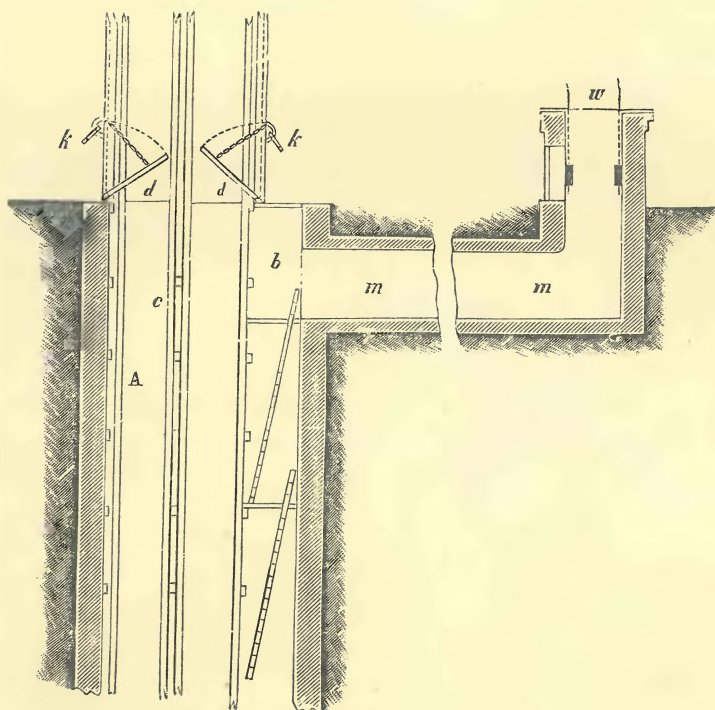


Fig. 901

figura 901. *A*—szyb, nad którym stoi budynek nadszybowy z wieżą i maszyną wyciągową, *b* — oddział drabinowy, *c* — kierowniki, *d*—drzwi żelazne do zamykania wylotu szybu, *k*—korby, połączone z wałami do nawijania łańcuchów, za pomocą których drzwi mogą być w każdej chwili opuszczone i podniesione, *m m*—kanał, idący od szybu, wylot którego *w* umieszcza się po za obrębem budynku. Wylot zamknięty jest kratą. Oczywiście, że samo zamknięcie

drzwi nie będzie jeszcze dostatecznem, bo dym i gazy mogą się przedostawać przez szpary, należy więc drzwi uszczelnić, nasypując na nie ziemi, piasku, lub gliny.

Dla zatamowania przypływu dymu i gazów do robót podziemnych, w razie pożaru w samym szybie, urządzają na podszybiu lub w bliskości podszybia, tamy z drzwiami, które mogą być w każdej chwili zamknięte. Tego rodzaju tamy zabezpieczają roboty podziemne i od dymu, jaki mógłby przypływać z powierzchni, w razie niezamknięcia lub niedokładnego zamknięcia wylotu szybu i jeżeli tylko tama w swoim czasie będzie zamknięta, wszyscy ludzie w kopalni będą ocaleni.

Największe niebezpieczeństwo zagraża wtedy, jeżeli powietrze przypływa do kopalni tylko jednym szybem, bo w razie pożaru cała kopalnia napełnia się dymem. Niebezpieczeństwo jest o wiele mniejsze, jeżeli świeże powietrze przypływa kilkoma szybami, bo wtedy dym rozchodzi się tylko po tej części kopalni, która otrzymuje powietrze z palącego się szybu, ludzie więc mają możność schronienia się do innych części otrzymujących powietrze z innych szybów. Również ratunek staje się daleko łatwiejszym nawet i przy jednym szybie, jeżeli w każdym z chodników, prowadzących do oddzielnych części kopalni, postawione są tamy i jeżeli chociaż niektóre z nich zdążono zamknąć, to wtedy ludzie mogą się schronić do tych chodników, w których tamy zostały zamknięte i do których już dym i gazy przeniknąć nie mogą.

Nareszcie w tych razach, gdy świeże powietrze przypływa do kopalni kilkoma otworami, należy się starać aby chodniki, przez które przepływają oddzielne strumienie powietrza, leżały o ile możności jak najbliżej jedne od drugich, aby w razie pożaru ludzie mogli prędko przebiegnąć z jednego chodnika, przez który przechodzi dym, do drugiego, w którym jest świeże powietrze.

Pożary powstające wskutek samowolnego zapalania się węgla. Wiadomo, że niektóre gatunki węgla kamiennych, jak również i węgla brunatnych, a szczególnie też miału węglowego, leżąc w większych ilościach przez czas dłuższy na powietrzu, stopniowo się nagrzewają, a następnie zapalają. Najprawdopodobniejszą przyczyną tego zjawiska jest zdolność pochłaniania gazów, jaką miał węglowy w wysokim stopniu posiada. Liczne doświadczenia zrobione przez Fayol'a i Muck'a dowiodły, że miał węglowy, pozostawiony w powietrzu, powoli i stopniowo pochłania tlen, przyczem waga jego z początku się zwiększa, a następnie węgiel zaczyna wy-

dzielać dwutlenek węgla, traci materye lotne i waga jego zaczyna się zmniejszać. Jest to zwykły proces wietrzenia węgla.

Węgiel pochłaniając gazy zgęszcza je, zgęszczenie zaś gazów wywołuje podwyższenie temperatury, jeżeli więc węgiel posiada zdolność pochłaniania gazów w wysokim stopniu, to temperatura, jaka się przy tem wywiązuje, może być dostateczną do jego samowolnego zapalenia się. Tym więc sposobem węgiel sam przez się zapalić się może, a tlen, zgęszczony w jego porach, podsyca pożar, jaki się zaczął.

Miał węglowy pochłania tlen daleko chciwiej aniżeli węgiel gruby, dlatego też drobne węgle wietrzeją łatwiej i prędzej od grubych.

Węgiel w pokładach wydzielających gaz wybuchający jest mniej skłonnym do samowolnego zapalenia się, bo w nim pory są wypełnione gazem błotnym, wskutek czego węgiel nie może już pochłaniać tlenu a więc nie może utleniać się.

Wprzód przypuszczano, że samowolne zapalenie się węgla pochodzi wskutek utleniania się pirytu, jaki się zwykle w węglach kamiennych w mniejszej lub większej ilości znajduje. Dziś jednak przekonano się, że sam piryt spowodować samowolnego zapalenia się nie może, w każdym jednak razie podwyższenie temperatury, jakie przy utlenianiu pirytów zawsze następuje, może zdolność do samowolnego zapalenia się znacznie powiększyć. Utlenianie się jednak pirytów ma miejsce tylko w powietrzu wilgotnem, w suchem piryty wcale się nie zmieniają.

Przyczyną samowolnego zapalenia się węgla w samym pokładzie może być jeszcze osiadanie skał, tworzących strop pokładu.

Jeżeli strop osiada równomiernie, na znacznej przestrzeni, ciśnienie, jakie skały wtedy wywierają może mieć tylko bardzo nieznaczny wpływ na podwyższenie temperatury. Lecz rzecz się ma zupełnie inaczej, jeżeli w pewnych miejscach pozostały się niewyjęte filary węgla, lub wogóle masa skały stawiająca opór osiadowi. W podobnych wypadkach ciśnienie wywierane przez osiadający strop koncentruje się tylko w pewnych punktach, stosunkowo na bardzo nieznacznej przestrzeni, wskutek czego powstaje nadzwyczajne silne tarcie, wywołujące bardzo znaczne podwyższenie temperatury, które często może być daleko większe od tego, jakie jest niezbędne do zapalenia się węgla. Dodawszy do tego zdolność, jaką posiada węgiel pochłaniania gazów i zwróciwszy uwagę, że same gazy zawarte w porach węgla, będąc ściskane przy osiadowaniu stropu silnie

się nagrzewają, nie trudno zrozumieć dlaczego węgiel w filarach z łatwością zapalić się może.

Przy osiadaniu stropu, filary zaczynają pękać, a poczęści i rozmiażdżać się, w szczelinach ich tworzy się masa mialu, który pochłania tlen i ułatwia ich zapalanie się.

Najczęściej pożary, będące następstwem samowolnego zapalania się węgla, powstają wskutek nieprawidłowej odbudowy i mianowicie przy odbudowie grubych pokładów węgla. Jeżeli tylko odbudowa prowadzi się nieprawidłowo, a raczej, właściwie mówiąc, jeżeli nie jest dobrze zastosowaną do miejscowych warunków i węgiel przygotowany czy to w filarach (przy odbudowie systemem szlaskim), czy też w warstwach, na jakie pokład rozdzielają przy systemie robót z podsadzką nie zostanie w swoim czasie wybranym, następuje spekanie filaru, lub warstwy, tworzy się mial i węgiel się zapala.

Warunki, przy których powstają podobne pożary w różnych kopalniach są tak różne, że trudno jest wskazać ogólne środki przeciwko-pożarowe, któreby zawsze i wszędzie mogły być zastosowane. Prawie w każdej kopalni pożar powstaje przy innych warunkach zależnie od systemu odbudowy i właściwości samego pokładu węgla, dlatego też i środki, jakie należy przedsięwziąć, aby uniknąć pożaru, muszą być inne, ściśle zastosowane do każdego oddzielnego wypadku. Można więc tylko wogóle wskazać środki zabezpieczające od pożaru, które oczywiście nie wszędzie i nie zawsze mogą doprowadzić do celu.

Do takich środków należą:

1. Możliwie prawidłowa odbudowa, dobrze przystosowana do miejscowych warunków, przy której węgiel byłby całkowicie z pokładu wybierany.

2. Staranne unikanie pozostawiania mialu w wyrobiskach.

3. Przy odbudowie filarowej unikanie przygotowywania odrazu zbyt wielu filarów, które mogą być, przy osiadaniu stropu, zgniecione wcześniej, aniżeli węgiel z filarów zostanie wybranym.

4. Oddzielanie starych wyrobisk tamami, któreby je zamykały hermetycznie, nie dopuszczając tworzących się w wyrobiskach gazów do innych części kopalni.

5. Przy odbudowie podsadzkowej nie rozdzielać pokładu na zbyt wysokie podpiętra, ze znaczną liczbą warstw, które mogą być rozkruszone wprzód, aniżeli przyjdzie kolej na ich odbudowę, jak również nie pozostawiać przy pochylniach, rozdzielających kopal-

nię na oddzielne pola, filarów, które, w miarę jak postępuje odbudowa, będąc poprzecinane chodnikami, rozkruszają się i zapalają.

Na Szląsku i u nas w zagłębiu Dąbrowskiem pożary najczęściej powstają w filarach przygotowanych do odbudowy. Jeżeli tylko pole przygotowane do odbudowy jest za obszerne i filary pozostają przez czas dłuższy niewybranymi, a szczególnie jeżeli pole zostało rozcięte szerokimi chodnikami przygotowanymi, strop zaczyna osiadać, filary pękają, w szczelinach tworzy się miazg i węgiel się zagrzewa. Z tej przyczyny roboty przygotowawcze należy zawsze w ten sposób prowadzić, aby ilość przygotowanych filarów ściśle odpowiadała produkcji danej kopalni. Niestety, to co w teorii wydaje się tak łatwym, w praktyce jest nader często trudnym do wykonania.

Ilość wydobywania zależy od zapotrzebowania, a ponieważ zapotrzebowanie często się zmienia, nie zawsze więc można przewidzieć ile filarów w danym okresie czasu ma być przygotowanych. Gdy zapotrzebowanie wzrasta, wydobywanie z konieczności musi być powiększone, należy więc zawsze mieć pewną ilość filarów zapasowych, któreby dały możliwość zwiększenia produkcji, gdy tego zajdzie potrzeba. Oznaczyć chociażby w przybliżeniu czas, w ciągu którego przygotowane do odbudowy filary powinny być wybrane, niepodobna, bo to zależy od własności samego węgla i wytrzymałości stropu. Jeżeli węgiel jest twardy, a strop wytrzymały, filary mogą stać dłużej, w razie przeciwnym muszą być zaraz wybierane. Zauważono jeszcze, że na samowolne zapalenie się węgla w filarach ma wpływ nie tylko wytrzymałość ale i jakość stropu. Jeżeli w stropie zalega piaskowiec, pożar powstaje trudniej, jeżeli zaś w stropie zalega warstwa łupku i szczególnie łupku bitumicznego, łatwo podlegającego rozkładowi, pożar powstaje daleko łatwiej i prędzej.

Nareszcie dla zapobieżenia samowolnemu zapalaniu się filarów należy wymiary chodników przygotowawczych stosować do twardości węgla i wytrzymałości stropu. Chodniki przygotowawcze powinny być tak szerokie i wysokie, aby pozostawione między nimi filary w zupełności mogły wytrzymać ciśnienie stropu. Jeżeli tylko chodniki przygotowawcze są za szerokie, a pozostawione między nimi filary za wąskie, następuje zawsze zgniecenie filarów i pożar staje się w każdej chwili możebnym.

Nakoniec należy jeszcze zwracać uwagę, aby dwa pokłady węgla leżące jeden nad drugim i przegrodzone warstwą skał mało wytrzymałych i stosunkowo nieznacznej grubości, nigdy nie były

wybijane jednocześnie. W podobnym wypadku jeżeli tylko roboty przygotowawcze w pokładzie dolnym zostaną zaczęte wprzód, aniżeli odpowiednio pole w pokładzie górnym będzie całkowicie wybrana, strop w dolnym pokładzie zacznie raptownie osiadać, filary w górnym pokładzie zostaną zgniecione i pożar w nich bardzo łatwo może nastąpić. Pożar powstający w tych warunkach jest tem groźniejszym, że w warstwie skał oddzielających jeden pokład od drugiego tworzą się szczeliny, przez które gazy dostają się do pokładu dolnego, roboty więc muszą być wstrzymane nie tylko w górnym ale i w dolnym pokładzie.

Jak przy budowie filarowej jedną z głównych przyczyn pożarów jest zbyt wielka ilość filarów przygotowanych do odbudowy i poprzecinanych szerokimi chodnikami, tak przy odbudowie grubych pokładów z podsadzką najczęstszą przyczyną pożarów jest znowu zbyt wielka liczba warstw, na które podpiętro jest podzielone. Podobnie jak tam nie można z góry oznaczyć liczby filarów, jakie należy przygotowywać, tutaj nie można z góry oznaczyć liczby warstw, jaką podpiętro zawierać powinno. W jednym i drugim wypadku zależy to wyłącznie od miejscowych warunków, które dopiero praktyka wyświeślić może.

Jeżeli węgiel jest twardy, mało zapalny, pokład nie bardzo stromy i warstwy nie bardzo szerokie, liczba ich może być większą, w przeciwnym razie trzeba ją ograniczyć. Gdy tylko podpiętro jest za wysokie, górne warstwy zostają zgniecione i nim dolne będą wybrane, pożar się wszeczyna. Dziś ostatecznie się przekonano, że tam gdzie odbudowa idzie szybko i gdzie od chwili gdy węgiel w górnej warstwie zostanie przygotowany do odbudowy i do chwili póki warstwa nie będzie wybrana, nie upływa zbyt wiele czasu, pożar nigdy nie powstaje. Sprawdzono, że pożary nie powstają nawet w najbardziej łatwo zapalnych węglach, jeżeli odbudowa oddzielnej warstwy nie trwa dłużej nad 2 do 3-ch miesięcy. Z tej przyczyny odbudowę warstwami należy prowadzić o ile możności jaknajprędzej, aby warstwie spękanej nie dać czasu zagrzewać się. Dla dopięcia zaś tego celu, w kopalniach z węglami łatwo zapalnymi, podpiętra robią niskie, nie więcej jak 7—8 metrów, rozdzielając je tylko na trzy warstwy, przy czem same warstwy wybierają jednocześnie ustępami, jak przy odbudowie schodowej. Gdy część pierwszej warstwy zostanie wybrana i podsadzona, zaczynają odbudowę drugiej, nie czekając póki pierwsza będzie skończona, a następnie i trzeciej. Również nie zostawiają około chodników i pochylni fila-

rów oporowych, które nie wytrzymały ciśnienia stropu i były także częstą przyczyną pożarów.

Gaszenie pożarów. Oznaką zaczynającego się pożaru bywa podwyższenie temperatury w chodnikach, przez które wychodzi zepsute powietrze i wydzielanie się gazów, które łatwo poznać po ich zapachu. Na podwyższenie temperatury w chodnikach należy ciągle zwracać pilną uwagę, ponieważ jak tylko podsadzka lub węgiel zacznie się zagrzewać, temperatura w chodnikach, przez które wychodzi zepsute powietrze zaraz, zaczyna się podnosić.

Jeżeli tylko podsadzka zaczyna się nagrzewać, należy ją natychmiast ostudzić, puszczając bardzo silny strumień świeżego powietrza. Naturalnie, że ten sposób może być zastosowanym tylko wtedy, gdy pożar się jeszcze nie zaczął, w przeciwnym razie wprowadzone świeże powietrze tylkoby podsycalo ogień.

Jeżeli pożar już się zaczął, co nie trudno poznać po zapachu wydzielających się gazów, należy natychmiast odszukać miejsce pożaru. Czasami, jeżeli przestrzeń objęta pożarem jest nieznaczna, a dostęp do niej łatwy, ogień daje się ugasić zalewając go wodą, zapomocą ręcznych sikawek. W podobnym wypadku palący się węgiel całkowicie wyjmują, a wyrobisko zapełniają podsadzką.

Wprzód próbowano jeszcze gasić pożary gazami nie podtrzymującemi palenia, jak zgęszczonym dwutlenkiem węgla, otrzymywanym przez wypalenie wapienia, te jednak środki tylko w pojedynczych i to w bardzo rzadkich wypadkach mogły się okazać skutecznymi.

Jeżeli już wszystkie próby natychmiastowego ugaszenia pożaru okazały się bezskutecznymi, w takim razie pozostaje się tylko jedyny środek, a mianowicie zupełne odgrodzenie palącej się części kopalni, zapomocą tam hermetycznych. Gdy tamy zostaną postawione, dostęp powietrza do miejsca objętego pożarem będzie całkowicie odcięty, pożar więc będzie stłumionym gazami wydzielającymi się przy paleniu.

Tamy powinny być hermetyczne, dla gazów nie przenikliwe i stawiane o ile możności z jaknajwiększym pośpiechem. Zwykle pierwsze tamy stawiają od strony, z której płynie świeże powietrze, a następnie drugie od strony, w którą płyną produkta spalania. W kopalniach jednak, w których wydziela się gaz wybuchający, porządek stawiania tam musi być odwrotny z następujących powodów. Jeżeli pierwsza tama będzie postawioną od strony, w którą płyną gazy tworzące się przy paleniu, to odpływ produktów spa-

lenia zostanie wstrzymanym, gazy więc te, pozostając na miejscu, będą się mieszały z gazem wybuchającym (który się nie przestaje wydzielać) i z powietrzem, wskutek czego mieszanina nie będzie mogła nabrać własności wybuchających. Przeciwnie, jeżeli pierwsza tama zostanie postawioną od strony, z której przypływa świeże powietrze, produktu spalania będą swobodnie uchodziły, w przestrzeni zaś między postawioną tamą i miejscem pożaru ilość gazu wybuchającego, który się nie przestaje wydzielać, stopniowo będzie wzrastać i mieszać się z powietrzem, jakie tam pozostało, musi więc nastąpić chwila, w której to powietrze nabierze własności mieszaniny wybuchającej i wtedy wybuch będzie nieuniknionym.

Tamy stawiają drewniane albo murowane. Najczęściej tamy ogniowe robią z desek, które przybijają do stempli w poprzek chodnika w ten sposób, aby jedna deska zachodziła na drugą, jak dachówki (fig. 902). Następnie zaś tamę obrzucają zaprawą wapienną, która mniej pęka aniżeli glina. W tamie pozostawiają otwór, zatkany kołkiem, który służy do tego, aby można było poznać czy gazy się jeszcze wydzielają. W razie jeżeli tama z desek okaże się niedostateczną robią dwie tamy murowane w odległości 1 – 2 metrów jedna od drugiej, a przestrzeń między nimi zasypują suchym piaskiem. Również budują tamy drewniane i murowane opisane na str. 203 (fig. 703 i 704), tom 2-gi.

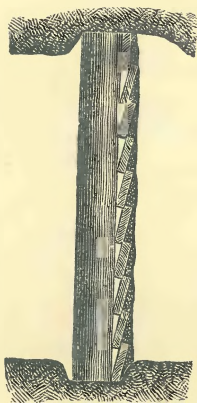


Fig. 902.

Przy stawianiu tamy od strony, w którą płynie produkt spalania przede wszystkim należy chwilowo zatrzymać dym, aby dać możność górnikom pracować. W tym celu przed mającą się budować tamą i o ile można bliżej miejsca pożaru, układają naprędce w poprzek chodnika snopy siana dobrze zmaczanego w mleku wapiennym, a gdy przypływ dymu będzie wstrzymany, przystępują do budowy tamy.

Tama przenośna Wagnera ¹⁾ (fig. 903, 904 i 905). Tama przenośna Wagnera ma na celu możliwie szybką izolację miejsca objętego pożarem; przedstawia ona materac *a b c d* (fig. 903) z materii jedwabno-gumowej, używanej do wyrobu balonów, wypełniony zgęszczonym powietrzem. Przednia i tylna ściany materaca łą-

¹⁾ *J. Krzyżanowski*. Tama przenośna Wagnera. Przegląd Techniczny № 14 z r. 1897.

czą się zapomocą wiązań *e f* (fig. 904), aby przy napełnianiu powietrzem nie przyjmowały kształtu kulistego. Po środku przedniej i tylnej ścian materaca są umocowane grube blachy, połączo-

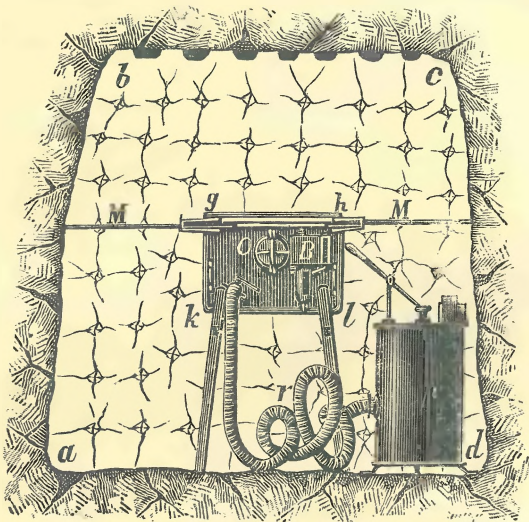


Fig. 903.

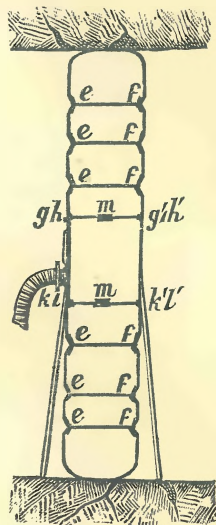


Fig. 904.

ne z sobą zapomocą prętów żelaznych *m m* (fig. 904), które tworzą otwartą z boków skrzynkę. Skrzynka ta służy do przechowywania materaca *a b c d*, który po wypuszczeniu z niego powietrza i po odpowiednim zwinięciu go, z łatwością może być w niej ułożony. Powietrze wypuszcza się zapomocą klapy *o*. Do pompowania powietrza wewnątrz materaca służy pompka *p*, połączona z matercem zapomocą węża *r*. Przyrząd *B* wskazuje granicę, do której należy pompować powietrze, której przechodzić nie należy.

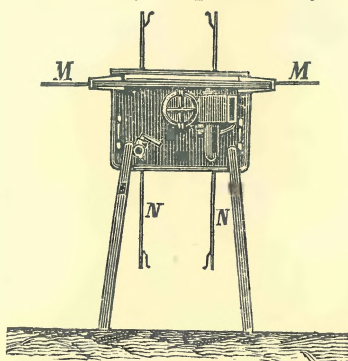


Fig. 905.

Jest on w ten sposób urządzony, że gdy ciśnienie powietrza w materacu przejdzie wskazaną granicę, woda z przyrządu *B* zaczyna się wylewać na zewnątrz.

Figura 903 przedstawia tamę ustawioną w chodniku, zwinie-ta zaś tama przedstawia skrzynkę średnich wymiarów (0,75 . 0,50 . 0,40 m.), na 4-ch nóżkach składanych, dającą się z łatwością przenosić. Do przenoszenia służą drążki, które są przytwierdzone do skrzy-ni metalicznej, zabezpieczającej materac od uszkodzenia.

Rozsuwające się pręty *MM* służą do utrzymania tamy na miejscu podczas ustawiania. Opierają się one w ściany chodnika i są niezbędne w tych chodnikach, przez które przepływa silny strumień powietrza.

Szpary, pozostające pomiędzy tamą a ścianami chodnika, uszczelniają gliną lub wapnem. Tama może być ustawioną w ciągu 6 minut i może pełnić służbę bez dodatkowego pompowania powietrza około 70 godzin. Po ustawieniu tamy właściwej, tama Wagnera może być bardzo łatwo i prędko rozebrana i złożona.

Pożary w chodnikach. W razie zagrzania się węgla w chodniku, jeżeli pożar nie bardzo się jeszcze rozwinął, palący się węgiel zalewają wodą, a następnie wyjmują, pozostałe zaś wyrobisko zapełniają gliną. Jeżeli obawiają się, że przez szczeliny w ścianach chodnika, mogą przedostać się gazy, to wzdłuż chodnika, do obudowy, przybijają deski, a przestrzeń między deskami i bokami chodnika zapełniają mocno ubitą gliną. Jeżeli pożar dalej się rozwija, to część chodnika zasypują ziemią lub gliną i palące się miejsce obchodzą chodnikiem obwodowym, obudowanym ścianami murowanymi, albo też od chodnika obwodowego prowadzą do miejsca pożaru orte, którymi wyjmują palący się węgiel i wyrobisko podsadzają.

Jeżeli pożar rozszerzył się tak szybko, że nie można było zdążyć ustawić tam, w takim razie zakrywają wyloty wszystkich szybów, tamując tym sposobem całkowicie przystęp powietrza do kopalni. W tym celu w pewnej odległości od wylotu każdego z szybów i o ile można jaknajgłębiej urządzają mocne pomosty, na które nasypują grubą warstwę gliny i mocno ją ubijają, a przez pomost przepuszczają rurę, górny koniec której jest zagięty na dół i pograżony w kadź z wodą. Rura ta jest niezbędna, aby dać możliwość produktom spalania wydzielać się na zewnątrz. Gdy pożar ustanie i temperatura skał się obniży, ciśnienie gazów wewnątrz kopalni znacznie się zmniejszy, wskutek czego woda z kadzi będzie wchodzić do kopalni. Nad kadzią więc musi być rurka, przez którą woda ciągle do kadzi mogła dopływać.

Ten sposób gaszenia pożarów prawie zawsze się udaje, ale wznówić roboty po takim zamknięciu kopalni można tylko po upływie bardzo długiego czasu, bo jeżeli tylko kopalnia zostanie otwartą zanadto wcześnie, pożar zaraz się wznowi.

Nareszcie jeżeli i ten sposób okaże się nieskutecznym, co jest zawsze możebnem jeżeli kopalnia łączy się ze starymi wyrobiskami dochodzącymi do sąsiedniej kopalni, przez które powietrze może przechodzić, w takim razie pozostaje się ostatni środek, a mianowicie zatopienie kopalni. Jest to jednak najkosztowniejszy środek, który tylko w wyjątkowych razach może być stosowanym.

Przyrządy umożliwiające oddychanie w gazach duszących. Podczas pożarów, jak również i po wybuchu gazów, kopalnie napełniają się gazami niepodtrzymującymi oddychania, a po części i gazami trującymi, które nadzwyczaj utrudniają akcyę ratunkową. Mając możność dostania się do miejsc wypełnionych gazami duszącymi, można rozmiary katastrofy i liczbę ofiar znacznie zmniejszyć. Z tej więc przyczyny od dawna wielu uczonych pracowało nad wynalezieniem takich przyrządów, któreby umożliwiały oddychanie w gazach duszących. Przyrządy te oddają wielkie usługi, bo nie tylko pozwalają podać pierwszą pomoc ofiarom pozostałym w kopalni po wybuchu gazów, ale przy ich pomocy można postawić naprędce tamę, naprawić drzwi wentylacyjne i t. p., a przez to nieraz uratować całą kopalnię.

Tego rodzaju przyrządy można podzielić na dwie grupy: Przyrządy stałe, czas użycia których jest nieograniczony, ale odległość na którą używający je może się oddalić jest ograniczoną i przyrządy przenośne, czas użycia których jest ograniczony, ale osoba używająca je ma zupełną swobodę ruchów.

Przyrządy stałe zostały zbudowane dla straży ogniowej, w górnictwie zaś mają bardzo małe zastosowanie. Całkowity przyrząd składa się z wierzchniego ubrania, zrobionego z podwójnej materji nie przepuszczającej wody ani powietrza. Ubranie to zawiera się w pasie i na rękawach, a około szyi jest pierścień, do którego przyśrubowywa się lekki hełm korkowy, zakrywający całą głowę. W hełmie, naprzeciwko oczów, jest otwór z szybą, albo jak w przyrządzie Müller'a podwójna siatka druciana. Przyrząd jest połączony zapomocą rury gumowej z ręczną pompką, służącą do tłoczenia powietrza. Aby rura gumowa, długość której może dochodzić do 200 metrów, nie obciążała zbyt ciężko głowy posługującego się przyrządem, jest ona połączoną nie z hełmem, lecz z pa-

sem, od pasa zaś idzie krótka rura do hełmu. Powietrze tłoczy się do pasa, a stamtąd przechodzi przez rurę do hełmu i kanałami rozprowadza się w ten sposób, że obchodzi całą wewnętrzną powierzchnię hełmu. Zamiast ręcznej pompki rurę gumową można połączyć z przewodem od kompresora.

Przyrządy przenośne. Zasada przyrządów przenośnych polega na zużytkowaniu powietrza wydychanego. Wiadomo, że powietrze atmosferyczne składa się z 77 części na wagę azotu i 23 części tlenu. Przy oddychaniu człowiek zużywa pewną część tlenu a wzamian tego wydziela odpowiednią ilość dwutlenku węgla, tak, że powietrze wydychane tem się tylko różni od powietrza świeżego, że zawiera mniej tlenu, a więcej dwutlenku węgla. Azot zaś żadnego udziału w procesie oddychania nie przyjmuje. Jeżeli więc powietrze wydychane oczyścić od dwutlenku węgla i dodać do niego odpowiednią ilość tlenu, to ono znowu stanie się zdatnem do oddychania i na tem właśnie polega budowa przyrządów przenośnych.

Dla pochłaniania z powietrza wydychanego dwutlenku węgla i pary wodnej używa się potaż kaustyczny, sodę kaustyczną i wapno nie gaszone. Potaż i soda są pod tym względem lepsze, że bardzo chciwie łączą się z wodą, pochłaniają więc wydychaną parę wodną wprzód, aniżeli ona zdąży się skroplić, co jest bardzo ważne, szczególnie też w przyrządach z maską na twarz.

Jeżeli ciało oczyszczające powietrze wydychane nie pochłania pary wodnej, w takim razie para osiada na ściankach, wewnątrz maski i przy skraplaniu się wydziela ciepło utojane, wskutek czego temperatura powietrza w masce, a co zatem idzie i temperatura powietrza wdychanego, ciągle się podwyższa, tak że posiłkowanie się przyrządem staje się nader uciążliwem, a czasami nie do wytrzymania.

Przyrząd Schwann'a. Składa się z elastycznego zbiornika, umieszczonego na piersiach i napełnionego taką objętością powietrza, pod zwyczajnem ciśnieniem, jaka jest niezbędną dla jednego odetchnięcia. Osoba posługująca się przyrządem ma nos ściśnięty szczypcykami, powietrze zaś ze zbiornika wciąga ustami z pomocą rurki opatrzonej klapą ssącą, wydycha zaś powietrze do drugiej rurki, opatrzonej klapą tłoczącą. Rurka ta łączy się ze zbiornikiem umieszczonym na plecach, mającym kształt tornistra, który się napełnia mieszaniną sody z wapnem niegaszonem. W tym zbiorniku wydychane powietrze oczyszcza się od dwutlenku węgla. Tornister z wapnem jest połączony z dwoma blaszanymi cylindrami na-

pełnionemi tlenem, pod ciśnieniem od 4 do 6 atmosfer. Tlen wydzielający się z cylindrów, najprzód przechodzi przez regulator, który zmniejsza jego ciśnienie, a następnie miesza się z powietrzem wychodzącem z tornistra, które już jest pozbawione dwutlenku węgla. Oczyszczone zaś w ten sposób powietrze z domieszką tlenu wraca do pierwszego zbiornika umieszczonego na piersiach, z którego osoba używająca przyrząd znowu go wciąga. Przyrząd ten, który został wynalezionym jeszcze w 1854 roku, nie znalazł zastosowania w górnictwie, prawdopodobnie dlatego, że jest za ciężki

Pneumator Walche'a i Gärtner'a ¹⁾. (fig. 907). Składa się z następujących części: *A*—worek oddechowy 550 mm. długi i 450 mm. szeroki, sporządzony z szarego płótna i powleczony wewnątrz warstwą kauczuku, która robi go nieprzenikliwym dla cieczy i ga-

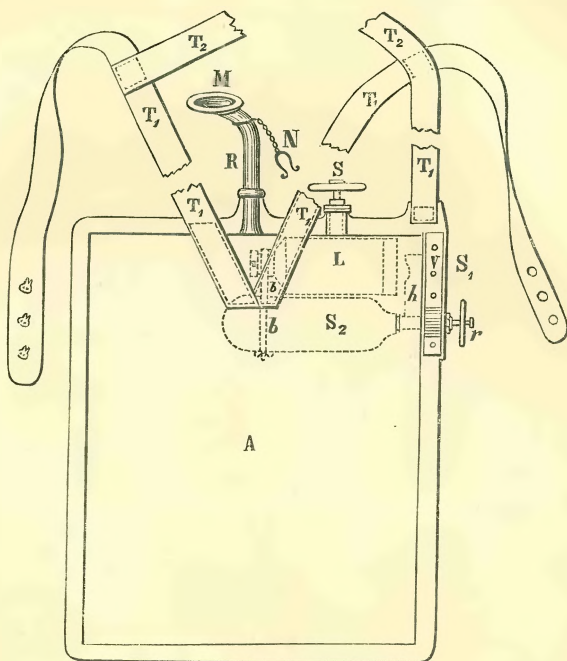


Fig. 906.

zów. *R*—rura oddechowa z wulkanizowanego kauczuku, przymocowana do worka oddechowego i zakończona u góry twardym nasadem *M*, który, podczas użycia przyrządu, wkłada się do ust. Do rury tej są przyłączone na sznurkach dwa ściągacze *N* na nos.

L—flaszka żelazna, o pojemności około 0,6 litr., zawierająca tlen pod ciśnieniem 100 atmosfer. Do flaszki jest przytwierdzona

¹⁾ Przegląd Techniczny Nr. 44 z roku 1898. *R. Lamprecht*. Die Grubenbrandgewältigung. Leipzig. 1899, str. 57.

rukka b , przez którą tlen wchodzi do worka, po otwarciu przepustnicy S wystającej po za worek oddechowy.

S_2 —flaszka o pojemności 425 cm^3 napełniona 25% ługiem sodowym (NaHO), umieszczona w naczyniu blaszanem dziurkowanym, powleczone organityną. Urządzenie to ma zapobiedz dostaniu się cząstek szkła do worka oddechowego po rozbiciu flaszki. Do flaszki szklanej S_2 dochodzi śruba r , wystająca po za worek oddechowy. Śruba ta jest jaknajdokładniej uszczelniona i przeznaczona do zgniecenia flaszki S_2 , gdy z niej potrzeba wylać ług do worka oddechowego.

S_1 —otwór do wkładania i wyjmowania zawartości worka, który się zamyka dwiema płaskimi żelaznymi sztabkami V , silnie razem ześrubowanymi. Oprócz wyżej opisanych części wewnątrz worka znajduje się jeszcze rodzaj siatki z pasków flaneli, zawieszonoj wzdłuż worka i przeznaczonej do pochłaniania ługu po rozbiciu flaszki.

Do worka, na zewnętrznej jego stronie są przytwierdzone pasy T_1 T_2 , służące do zawieszenia worka i przymocowania go na piersiach. Cały przyrząd waży $4\frac{1}{2}$ kg.

Gdy przyrząd jest gotowy do użycia przymocowują go paskami na piersiach w ten sposób, że przepustnica S znajduje się z prawej strony, a potem wkręcają śrubkę r , wskutek czego flaszka z ługiem sodowym pęka i ług rozlewa się po siatce flanelowej. Następnie wkłada się koniec rury R do ust i przytrzymuje się zębami znajdujący się w nim nasad kauczukowy, aby rura z ust nie wypadła. Na nos zakłada się ściskacz N (drugi jest zapasowy) i otwiera przepustnica S dla wpuszczenia tlenu do worka. Tlenu wpuszcza się tylko tyle, aby worek był średnio wydęty, w przeciwnym bowiem razie niewygodnie byłoby go nosić, a prócz tego zawiśnięcie mogłoby spowodować wyrzucenie rury oddechowej z ust. Najlepiej wpuszczać tlen w niewielkich ilościach, ale częściej, uważając aby grubość worka nie przechodziła 50 mm. Zapewniwszy sobie w ten sposób możność sztucznego oddychania i zaopatrzwszy się w szczelne okulary i lampkę elektryczną (akumulatorową), można wejść w atmosferę gazów duszących bez żadnej obawy.

Podczas oddychania zapomocą przyrządu należy co pewien czas dolną, wolno zwieszającą się część worka unosić nieco w górę, aby zbierający się na jego dnie ług sodowy wsiąkał w siatkę. Przyrząd jest obliczony na jednogodzinne użycie.

Po użyciu przyrządu należy go w możliwie krótkim czasie rozebrać i wyczyścić. W tym celu odkręcają śruby przy sztabkach *V* i do wnętrza worka wlewają kilka razy czystej wody, aby go wymyć z ługu. Następnie wyjmuje się flaszkę *L*, a po wykręceniu śruby *r* także i flaszkę *S*₂, poczem worek wywraca się na stronę wewnętrzną, wyjmuje siatkę flanelową i moczy się tak siatkę jak i worek przez kilka godzin w wodzie, zmieniając ją kilkakrotnie. Prócz tego worek należy jeszcze wyczyścić szczotką.

Następnie wysusza się jedno i drugie, wkłada się siatkę do wnętrza i worek napowrót wywraca. Naczynie blaszane otaczające flaszkę *S*₂ także się oczyszcza i wkłada się doń nową flaszkę z ługiem. Flaszkę *L* z tlenem biorą świeżą, albo też wyjętą z worka napełniają powtórnie.

Należy zauważyć, że tlen we flaszcze *L* powinien być zawsze pod ciśnieniem co najmniej około 80 atmosfer. Założenie flaszki *L* i zaśrubowanie przyrządu nie przedstawia trudności.

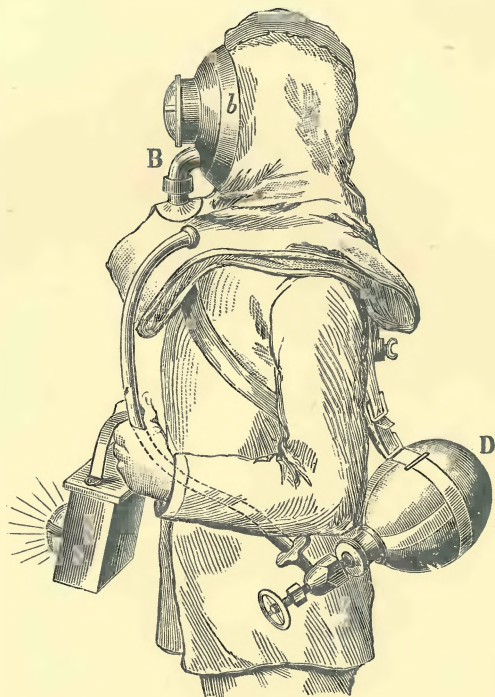


Fig 907.

Liczne próby dokonane z pneumatoforem w kopalniach węgla w Ostrawie, na Szląsku austriackim, dały bardzo zadawalniające rezultaty i dziś, na zasadzie rozporządzenia urzędu górniczego, przyrząd ten obowiązkowo musi się znajdować w każdej kopalni. Gdy przyrząd jest złożony ma około 380 mm. długości, 290 mm. szerokości i 100 mm. grubości.

Walcher ulepszył jeszcze ten przyrząd w ten sposób, że zamiast jednej flaszki z tlenem nowy przyrząd zawiera ich dwie, które są umieszczone na plecach i połączone rurą kauczukową z workiem oddechowym. Z worka zaś usunął flaszkę z ługiem i siatkę

flanelową, a ług sodowy wlewa się przed samem użyciem przyrządu do worka oddechowego, w którym znajduje się zamiast siatki warstwa drobniutkich wiórów, lub dobrze wymyty mech drzewny ¹⁾.

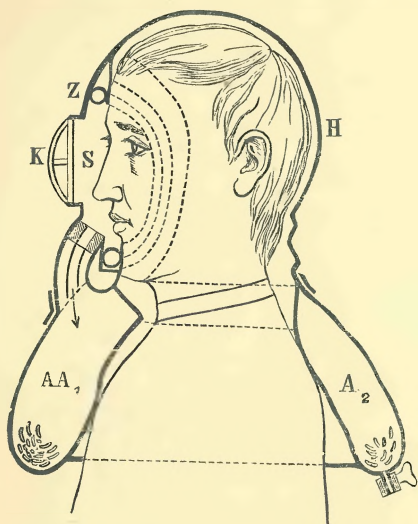


Fig. 908.

ki pierścienia uszczelniającego, a potem dopiero naciąga się kaptur na głowę.

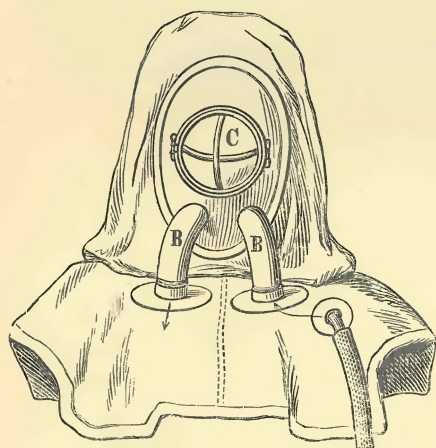


Fig. 909.

Przyrząd J. Meyera ²⁾ (fig. 907, 908 i 909). W tym przyrządzie Meyer starał się usunąć wady, jakie znalazł w pneumatoforze Walchera. Przyrząd pomysłu Meyera nakrywa całą głowę i spada nieco na plecy, piersi i ramiona, a na twarzy może być uszczelniony zapomocą pierścienia kauczukowego *b* (fig. 907 i 909), dającego się przymocować wewnątrz maski. Przed założeniem całej maski zapina się najpierw paski pierścienia uszczelniającego, a potem dopiero naciąga się kaptur na głowę.

A A, — worek oddechowy, który przed użyciem wypełnia się 500 gram. stałego wodoru potasu (KHO). W tylnej części worka oddechowego znajduje się otwór zamknięty żelaznymi sztabkami.

B — dwie rury oddechowe blaszane powleczone kauczukiem, z których jedna służy do przypływu tlenu do oddychania, a druga do odpływu wydychanego dwutlenku węgla.

¹⁾ *Lamprecht. Die Grubenbrandgewältigunt*, str. 64.

²⁾ *Przegląd Techniczny z roku 1898 Nr. 44*, str. 752.

C—okienko szklane opatrzone, od zewnątrz, dwoma mocnymi skrzyżowanymi drutami, a od wewnątrz blaszką metalową powleczoneą skórą. Blaszka daje się obracać od zewnątrz i służy do wycierania pary wodnej osiadłej na wewnątrz okienka.

D—flaszka o pojemności 1,5 litra, zawierająca tlen pod ciśnieniem 100 atmosfer, połączona z workiem oddechowym za pomocą rury kauczukowej. Przy użyciu przyrządu przywiesza się ją na lewym boku.

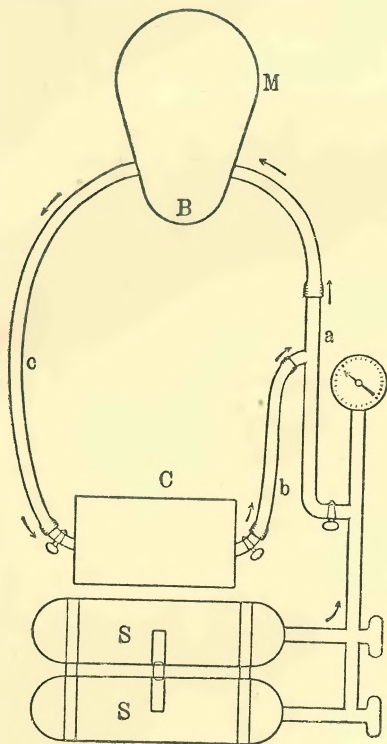


Fig. 910.

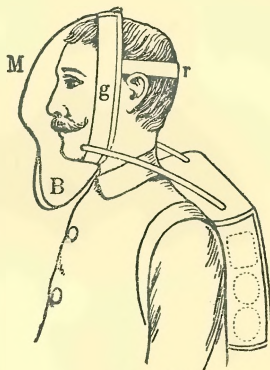


Fig. 911.

Cały przyrząd waży 7 kg., a więc jest cięższym od przyrządu Walchera, co stanowi dosyć znaczną jego wadę. Wadliwym jest także uszczelnienie maski na twarzy, gdyż prawie nigdy nie jest zupełnie dokładnem, a z tego powodu, szczególnie gdy się dobrze nie uważa przy zakładaniu maski, strata tlenu może być bardzo znaczną.

Zastosowanie wodnika potasu w formie stałej ma tę zaletę, że on szybciej pochłania dwutlenek węgla aniżeli wodnik sodu, a obok tego daleko chciwiej pochłania on parę wodną. Przy użyciu roztworu wodnika potasu lub sodu, para wodna nie pochłania się, następuje więc jej skroplenie, wskutek czego zwiększa się temperatura w worku oddechowym, a skroplona para osiada wewnątrz maski.

Przyrząd Giersberg'a (fig. 910 i 911). Przyrząd Giersberg'a jest zupełnie podobny do przyrządu Meyer'a i bardzo nie wiele się różni od niego. Maską jest taka sama jak w przyrządzie Meyer'a, uszczelnia się ona na twarzy zapomocą pierścienia gumowego *g* (fig. 911) i przytwierdza rzemieniami z tyłu głowy. Przy masce, pod brodą, znajduje się worek *B*, wyłożony skórą i cokolwiek rozszerzony ku tyłowi, w który się wydycha i do którego dochodzą dwie rury *a* i *c* (fig. 910), jedna dla przypływu a druga dla odpływu powietrza. Pozostała część przyrządu jest umieszczona w tornistrze zawieszonym na plecach. Dwie flaszki z tlenem *SS* są z sobą zmocowane i połączone rurą metaliczną z ustami osoby posiłkującej się przyrządem. W rurze *a* jest umieszczona przepustnica redukująca ciśnienie, a sama rura jest połączona z manometrem. Z drugiej strony maski znajduje się rura *c*, która odprowadza powietrze wydychane. Powietrze to przechodzi do skrzynki *C*, gdzie się oczyszcza, następnie do rury *b*, a ztamtąd do rury *a*. Wciąganie powietrza do rury *a* ma miejsce wskutek wydzielającego się tlenu, który w tym razie działa mniej więcej w ten sam sposób, jak powietrze zgęszczone w małych inżektorach Körting'a. Jako środek pochłaniający dwutlenek węgla, używa się mieszaniny sody i wapna kaustycznego w stanie stałym. Przyrząd może działać 2 godziny.

Przyrząd ten, podobnie jak i przyrząd Meyer'a ma tę wielką wadę, że jest bardzo ciężki, a prócz tego soda pochłaniając dwutlenek węgla, bardzo się nagrzewa, temperatura więc całego przyrządu znacznie się podnosi, wskutek czego posługiwanie się nim jest bardzo uciążliwe. Nie zważając jednak na wszystkie jego niedostatki, w pewnych razach może on oddać wielkie usługi, jak się o tem, piszący te słowa, naocznie przekonał podczas pożaru w kopalni Saturn, jaki miał miejsce w czerwcu 1902 roku.

Przyrząd Desgrez¹⁾. Desgrez zbudował przyrząd do odświeżania powietrza wydychanego, który demonstrował w październiku roku zeszłego, na posiedzeniu członków towarzystwa przemysłu mineralnego w Paryżu.

Dla odświeżenia powietrza wydychanego Desgrez używa dwutlenku sodu, który z wodą rozkłada się w ten sposób, że wydziela się tlen i tworzy się soda kaustyczna. Tlen służy do odświe-

¹⁾ Comptes rendus mensuels des réunions de la Société de l'Industrie Minéral. Novembre-Décembre, 1902 r.

żenia powietrza wydychanego, a soda pochłania z niego dwutlenek węgla. Przyrząd składa się z puszki stalowej, napełnionej dwutlenkiem sodu i opatrzonej odpowiedniem urządzeniem z mechanizmem zegarowym, zapomocą którego dwutlenek sodu wysypuje się równomiernie do wody w potrzebnej ilości.

Pod tą puszką znajduje się druga puszka stalowa z wodą, w której się powietrze oczyszcza i odświeża. Ponieważ zaś powietrze odświeżone zawsze jest jeszcze do pewnego stopnia nagrzane, więc dla ochłodzenia go i skroplenia zbytecznej ilości pary wodnej, jaka się w niem zawiera, Desgrez używa chlorku metylu. Nareszcie w przyrządzie Desgrez znajduje się małe wentylator, otrzymujący ruch od wyżej wspomnianego przyrządu zegarowego, który zabezpiecza prawidłowy obieg powietrza.

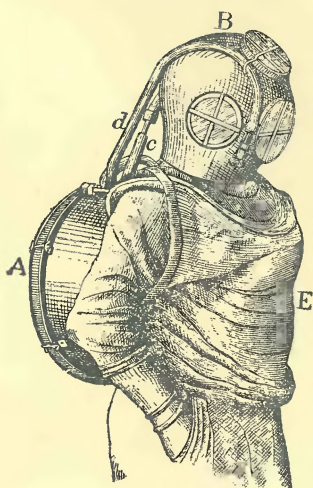


Fig. 912.

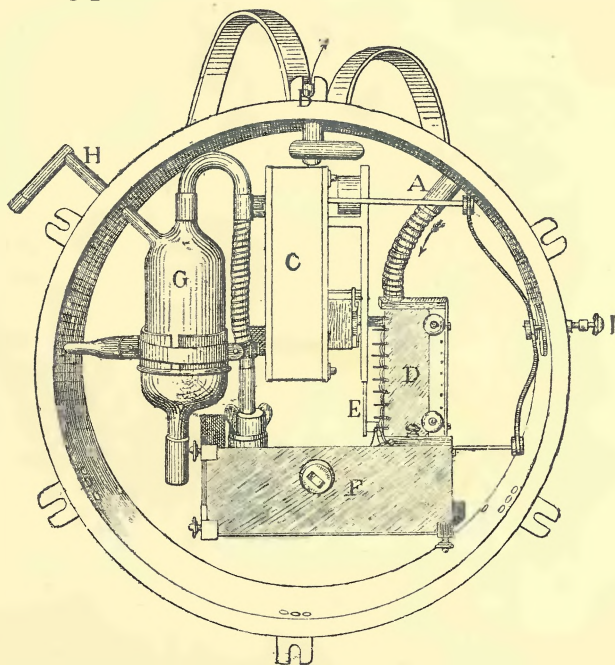


Fig. 913.

Cały przyrząd zawarty jest w okrągłej skrzynce aluminiowej, hermetycznie zamkniętej i opatrzonej rzemieniami, zapomocą których posiłkujący się nim zawiesza go na plecach.

Przyrząd Desgrez przedstawiają figury 912 i 913. Na figurze 912 *A* oznacza przyrząd Desgrez; *B* — maskę, jaką osoba posiłkująca się nim nakłada na głowę; *E* — ubranie jakie noszą nurkowie; *c* — rurka odprowadzająca powietrze wydychane; *d* — rurka, przez którą przypływa powietrze odświeżone. Na figurze 913 *A* oznacza rurkę przez którą przypływa powietrze wydychane; *B* — rurkę, przez którą wypływa powietrze odświeżone; *C* — przyrząd zegarowy; *D* — puszkę z dwutlenkiem sodu; *E* — przyrząd do wsyppywania dwutlenku sodu; *G* — przyrząd ochładzający powietrze odświeżone; *H* — kran pozwalający puścić w ruch przyrząd *G*, do ochładzania; *I* — śrubę, zapomocą której puszcza się w ruch przyrząd zegarowy, a więc i wogóle cały przyrząd. Według Desgrez z jego przyrządem można być w atmosferze gazów nie podtrzymujących oddychania co najmniej trzy kwadranse.

Czy przyrząd Desgrez okaże się praktycznym, dziś trudno jeszcze powiedzieć, ponieważ, o ile nam wiadomo, żadne próby na wielką skalę nie były z nim dotąd wykonane. W każdym razie jest on o wiele więcej skomplikowanym od przyrządów Meyera i Giersberga.

Obwaly.

W kopalniach największa liczba nieszczęśliwych wypadków pochodzi wskutek obwałów, należy więc na nie zwracać szczególną uwagę.

Obwały przedstawiają mniejsze lub większe niebezpieczeństwo, zależnie od okoliczności, w jakich powstają.

Wogóle można odróżnić obwały powstające na znacznych przestrzeniach i obwały miejscowe. Przy pierwszych skały leżące nad wyrobiskami osiadają raptownie na całej przestrzeni i wtedy niema sposobu ich podtrzymania. Przy drugich ławice skał oddzielają się stopniowo, łamią się na większe lub mniejsze części i obwalają się jedne po drugich. Obwały raptowne większych przestrzeni zdarzają się bardzo rzadko, chociaż w historii górnictwa znanych jest wiele podobnych wypadków. Tak w roku 1552 zawaliła się znaczna część kopalni rtęci w Idryi (księztwo Krainy w Austrii), przy czem zginęło 50 górników. W styczniu 1620 r., w górach

kruszcowych w Saksonii, zawaliły się na przestrzeni jednego km. kw., kopalnie cyny Altenberg. Obwał nastąpił wskutek robót nieprawidłowych, wykonywanych bez żadnego ogólnego planu. Dziś na miejscu, gdzie kiedyś była kopalnia, jest przepaść 130 m. głęboka. W Fahlum w Szwecyi, w roku 1867 zawaliła się kopalnia łupku miedzianego, po której pozostała przepaść w kształcie dwóch lei, połączonych rozpadliną 360 metr. długą, 120 metr. szeroką i 60 metr. głęboką. Takie jednak katastrofy są bardzo rzadkie, gdy tymczasem obwały miejscowe na małych przestrzeniach, zdarzają się bardzo często i są one główną przyczyną nieszczęśliwych wypadków.

Obwały miejscowe powstają z różnych przyczyn; najczęściej zdarzają się wskutek braku obudowy, lub też wskutek źle wykonanej obudowy i wtedy nie są niebezpieczne, bo je łatwo przewidzieć i łatwo uniknąć.



Fig. 914.

Drugą przyczyną obwałów są szczeliny w stropie, te obwały są już daleko niebezpieczniejsze, bo mogą się zdarzyć i wtedy gdy obudowa jest dobra i starannie wykonana. Jeżeli tylko strop jest poprzecinany szczelinami idącymi w jednym kierunku, leżącymi blisko siebie i równoległymi do płaszczyzny przodka, w takim razie obwałów tych często niepodobna uniknąć, bo jak tylko przodek przejdzie szczelinę, strop musi się zawalić, choćby obudowa była jaknajlepiej zrobiona. W podobnym wypadku jedynym środkiem dla uniknięcia obwału, jest zmiana kierunku płaszczyzn ograniczających przodki, a mianowicie należy wtedy rozłożyć przodki w ten sposób, aby ściana przodka tworzyła z kierunkiem szczelin w stropie kąt o ile można zbliżony do prostego.

Czasami przyczyną obwałów są cienkie przerosty węgla, miękiego łupku, lub gliny, zalegające w skałach tworzących strop danego pokładu. Tak np. jeżeli w stropie pokładu węgla B (fig. 914),

w odległości paru lub kilku metrów od tego pokładu, zalega cienki przerost *D* węgla, lub miękiego łupku, to oczywiście, że po wyjęciu pokładu *B*, siła spójności cząsteczek w przerostcie *D* nie będzie już dostateczną dla utrzymania pokładu *C*, na swoim miejscu pokład więc *C* będzie cisnął na obudowę całym swoim ciężarem, wskutek czego obudowa łatwo połamać się może i obwał nastąpi.

Obwały zdarzają się także i w chodnikach, jeżeli te nie były w swoim czasie zabudowane, a szczególnie też w starych chodnikach, nie naprawianych przez czas dłuższy. Zjawisko to objaśnić bardzo łatwo, bo jeżeli tylko jedne odrzwia zostały złamane i na ich miejsce nie były postawione inne, to ciśnienie, jakie one wytrzymywały, przenosi się na odrzwia sąsiednie, które znowu nie będąc go w stanie wytrzymać, muszą się złamać; tym więc sposobem odrzwia łamią się jedne po drugich, aż póki się strop nie zawali.

Zawalone chodniki naprawiają zapomocą obudowy wbijanej. Odrzwia w nich stawiają jedne obok drugich, bez odstępów, a puste przestrzenie, jakie się pozostają po za obudową, starannie zapęłniają skałami płonnymi.

Dzwony. Największe niebezpieczeństwo przedstawiają obwały znane pod nazwą dzwonów. W stropie pokładów węgla, mianowicie w łupkach gliniastych czasami trafiają się oddzielne bryły skał, mające kształt owalny, albo stożkowy, które nie są ściśle związane z masą skały, pośród której się znajdują. Bryły te przedstawiają części skamieniałych pni, a czasami są to bryły sferosyderytu; obecności ich nie można zauważyć ani z zewnętrznego wyglądu stropu, ani przez jego opukiwanie, lecz gdy węgiel zostanie wybranym, bryła, będąc pozbawioną podpory, spada, przygniatając znajdujących się tam górników. Tego rodzaju obwały nazywają dzwonami. Są one tem niebezpieczniejsze, że dzwon często wypada już po upływie pewnego nawet dłuższego czasu, zdarza się, że po upływie kilku miesięcy, gdy się już przypuszczało zupełne bezpieczeństwo. Jeżeli więc tylko obecność dzwonów w stropie pokładu węgla została zauważoną, to chociażby strop tworzyły skały zupełnie wytrzymałe, obudowa wyrobisk musi być bardzo mocną.

Jest jeszcze jeden rodzaj obwałów, niemniej niebezpiecznych jak dzwony, które pochodzą wskutek raptownego pęknięcia węgla w przodkach. Takie obwały najczęściej zdarzają się przy odbudowie pokładów stromych systemem schodowym w stropie i przy odbudowie filarowej grubych pokładów.

Przy odbudowie schodowej w stropie, często obwala się dolna część ustępu, przyczem węgiel spada wprost na głowę górnika pracującego w ustępie niżej leżącym. Dla zapobieżenia tego rodzaju obwałom piętro ustępów należy bardzo starannie obudowywać.

Przy odbudowie grubych pokładów systemem filarowym, wskutek ciśnienia, jakie strop wywiera na węgiel, zdarza się, że węgiel raptownie pęka w kierunku mniej więcej prostopadłym do płaszczyzn uławicenia i oddzielona szczeliną bryła odwala się od przodka, miażdżąc znajdujących się tam ludzi. Zapobiedz podobnego rodzaju obwałom można do pewnego stopnia umocowując przodek ukośnemi podporami.

Odbudowa złóż minerałów użytecznych na znacznych głębokościach.

Pierwotnie złoża minerałów użytecznych były odbudowywane tylko na bardzo nieznacznych głębokościach, w miarę jednak wyczerpywania się górnych warstw, lub też górnych części żył i pokładów, musiano prowadzić roboty górnicze coraz głębiej. Do roku 1870 szyby 400—500 metr. głębokie były bardzo nieliczne i niemal należały do rzadkości, szczególnie też w kopalniach węgla, w których odbudowa w większych rozmiarach zaczęła się dopiero w XIX, a właściwie mówiąc nawet dopiero w drugiej połowie XIX wieku. Dziś szyby 700 i 800 metr. głębokie zaliczają już do pospolitych, nie więc dziwnego, że kwestya odbudowy minerałów na znacznych głębokościach stanęła na porządku dziennym i wielu górników zaczęło się nią zajmować.

Jeszcze w r. 1856 Belgijska Akademia Nauk wyznaczyła nagrodę 2000 franków za wskazanie sposobów odbudowy pokładów węgla na głębokości co najmniej 1000 metr. Profesor Devillez, który napisał konkursową rozprawę, już wtedy utrzymywał ¹⁾, że odbudowa pokładów węgla na głębokości 1000 m. nie będzie przedstawiała szczególnych trudności i że będzie mogła być prowadzoną mniej więcej w ten sam sposób, jak ją wówczas prowadzono. Akademia nauk nie przyznała mu jednak za jego pracę nagrody, chociaż, jak się później okazało, przewidywania Devillez zupełnie się

¹⁾ A. Devillez. De l'exploitation de la houille à la profondeur d'au moins mille mètres. Liège, 1859.

sprawdziły. Dziś nietylko, że węgiel wydobywają z głębokości 1000 m., ale zaczynają już myśleć o odbudowie na głębokościach od 1500 do 1800 m.

Najbardziej głębokie szyby znajdują się w Stanach Zjednoczonych Ameryki Północnej (Jezioro Wyższe), a mianowicie szyb Red-Jacket w kopalniach Calumet i Hekla, mający 1400 m. głębokości i szyb w kopalniach Tamarack doprowadzony do 1356 m. Drugie miejsce zajmuje Belgia, mająca szyb Sainte - Henriette 1150 m. głęboki. Po niej idą Czechy, a mianowicie kopalnie srebra w Příbram z szybem Adalbert 1130 m. głębokim. Te kopalnie egzystowały już w XIV wieku i im pierwszym należy się cześć zaprowadzenia odbudowy na głębokości 1000 metr.

Obecnie w Europie w następujących szybach, lub kopalniach roboty prowadzą się na głębokości większej aniżeli 800 metr.

Szyb Sainte Henriette w kopalniach towarzystwa Produit w Belgii	1150 metr.
Kopalnie Viviers-Gilly (Belgia)	1143 "
Szyb Adalbert w Příbram (Czechy) . . .	1130 "
" Marya "	1130 "
Kopalnie Marcinelle (Belgia)	1075 "
" Marchienne (Belgia)	1065 "
" Agrappe (Belgia)	1060 "
" Pendlton (Anglia)	1059 "
" Sacré Madame (Belgia)	1055 "
" Ashton Moss (Anglia)	1024 "
" Viernoy (Belgia)	1006 "
Szyb Franciszek Józef Příbram (Czechy) .	1000 "
" Anna " " "	960 "
" Saint-André (Belgia)	950 "
" Cesarz Wilhelm II Claustahl (Harz) .	902 "
" Prokop Příbram (Czechy)	900 "
Kopalnie Ronchamp (Francya)	900 "

Warunki odbudowy na znacznych głębokościach tem się różnią od warunków odbudowy na głębokościach średnich lub małych, że:

1) temperatura skał wzrasta wraz z głębokością, a ponieważ praca górnika w temperaturze podwyższonej jest cięższą, więc jej skuteczność musi być mniejszą, jeżeli zaś, przy podwyższonej temperaturze atmosfera jest nasycona wilgocią, to skuteczność pracy górnika może się zmniejszyć do zera;

2) wyciąganie urabianego minerału i skał płonnych, a także odlew wody są trudniejsze i wymagają więcej czasu. Te więc złoża, które na umiarkowanej głębokości mogłyby być jeszcze przedmiotem odbudowy, na głębokościach znaczniejszych odbudowa ich staje się już niemożliwą.

Niektórzy przypuszczają jeszcze, że na znacznych głębokościach obudowa wyrobisk może przedstawiać poważne trudności. Profesor S. Stassart w swojej broszurze ¹⁾ utrzymuje, że ciśnienie stropu, a szczególnie też pęcznienie spągu na znacznych głębokościach zdaje się bardzo wzrastać i że w niektórych kopalniach koszty utrzymania wyrobisk na znacznych głębokościach są prawie potrójne. Takie jednak przypuszczenie nie jest jeszcze dotąd dowiedzione, przeciwnie widzimy, że obudowa zależy wyłącznie od własności skał otaczających dane wyrobisko, że więc często w wyrobiskach przeprowadzonych na bardzo znacznych głębokościach nie napotykamy żadnych trudności przy ich obudowie, gdy tymczasem obudowa wyrobisk na mniejszych głębokościach przedstawia bardzo poważne trudności.

Odlew wody przy odbudowie ze znacznych głębokości także nie może przedstawiać żadnych nadzwyczajnych trudności, bo przede wszystkim, w większej liczbie wypadków, wodę można zastrzymać na wierzchnich poziomach, nie dopuszczając jej do najniższego, a tam gdzie wypadnie odlewać wodę z bardzo znacznych głębokości, można zastosować pompy wprowadzane w ruch nie parą, lecz elektrycznością, lub wodą zgęszczoną.

Tym więc sposobem przy odbudowie minerałów na znacznych głębokościach pozostają się do przezwyciężenia tylko dwójakiego rodzaju trudności, a mianowicie:

- a) wysoka temperatura skał;
- b) trudności przy wyciąganiu urabianego minerału.

Wysoka temperatura skał. Wiadomo, że temperatura skał wzrasta wraz z głębokością. Zwykle przyjmują, że co 30 do 33 metr. temperatura wzrasta o 1° C., to jest, że stopień przyrostu temperatury ²⁾ równa się 30 do 33 metrom. Liczne jednak doświadczenia, przeprowadzone w różnych krajach, dowodzą, że stopień

¹⁾ S. Stassart. Les Condition d'exploitation a grande profondeur en Belgique Saint-Etienne, 1900, str. 85.

²⁾ Stopniem przyrostu będziemy nazywali ilość metrów na jaką potrzeba się pogłębić, aby temperatura skał wzrosła na 1° C.

przyrostu nie jest wcale stałym. Tak w tunelu Mont-Cenis, pod łańcuchem Frejus, na szczycie którego średnia temperatura jest 0° C., na głębokości 1609 metr., licząc od wierzchołku góry, skonstruowano temperaturę 29,5° C., stopień więc przyrostu wypada $\frac{1609}{29,5} = 54,5$ metr. W południowej zaś stronie tego samego tunelu, w tym miejscu gdzie tunel przechodzi pod doliną, na głębokości 678 metr., stopień przyrostu okazał się 37,6 metr. ¹⁾.

W tunelu Gothard'a pod wierzchołkiem góry skonstruowano temperaturę 30,5°, a stopień przyrostu 56 metr., gdy tymczasem w tym samym tunelu, w części pod doliną Andermatt, stopień przyrostu okazał się tylko 38,1 metr.

Dla kopalni Calumet i Hecla (Jezioro Wyższe), w której roboty górnicze dosięgły już głębokości 1396 metr., skonstruowano stopień przyrostu 218 metr., a w Newadzie w żył Camstok tylko 30,8 metr.

W kopalniach węgla Ronchamp we Francji, w szybie Magny, zauważono, że na głębokości 7 metr. temperatura jest stała i wynosi 10,5°, a na głębokości 892 metr. skonstruowano temperaturę 44,5°. Na zasadzie tych danych wypada, że stopień przyrostu
$$= \frac{892-7}{44,5-10,5} = 26,18 \text{ metr.}$$

W tej samej kopalni, mierząc temperaturę w otworze wiertniczym doprowadzonym do głębokości 1000 metr., przekonano się, jak to widać z poniższej tablicy, że stopień przyrostu zwiększa się wraz z głębokością, to jest że na większej głębokości temperatura wzrasta wolniej.

Głębokość	Temperatura	Stopień przyrostu miejscowy	Stopień przyrostu ogólny
10 metr.	10,5°	—	—
300 „	21,0	27,60 metr.	27,60 metr.
400 „	24,5	28,57 „	27,85 „
600 „	31,1	30,30 „	28,64 „
700 „	34,2	32,26 „	29,11 „

¹⁾ L. Pousigne. Condition d'exploitation a grande profondeur. Bulletin de la Société de l'Industrie Minérale. Troisième serie. Tome XIV, 1900.

Zupełnie takie same rezultaty otrzymano mierząc temperaturę, na różnych głębokościach, w innych otworach, jak to można zauważyć z następującej tablicy:

	Głębokość	Temperatura	Stopień przyrostu	
			miejsco- wy	średni
Otwór wiertni- czy Budersdorf około Berlina	od 0 do 124 m. 124 — 286 „	9,1 ⁰ do 17,1 ⁰ 17,1 ⁰ — 23,5 ⁰	15,5 m. 25,3 „	19,87 m.
Otwór wiertni- czy Grenelle w Paryżu	od 0 do 298 m. 298 — 547 „	10,7 ⁰ do 22,2 ⁰ 22,2 ⁰ — 27,7 ⁰	25,9 m. 45,3 „	32,17 m.
Otwór wiertni- czy Neusalzwerk w Westfalii	od 0 do 189 m. 189 — 418 „ 418 — 697 „	10 ⁰ do 19,7 ⁰ 19,7 ⁰ — 27,5 ⁰ 27,5 ⁰ — 33,6 ⁰	19,5 m. 29,7 „ 45,7 „	29,53 m.
Otwór wiertni- czy Sperenberg około Berlina	od 0 do 220 m. 220 — 345 „ 345 — 659 „ 659 — 1064 „	9 ⁰ do 21,6 ⁰ 21,6 ⁰ — 26,4 ⁰ 26,4 ⁰ — 35,8 ⁰ 35,8 ⁰ — 46,5 ⁰	17,4 m. 26,0 „ 33,4 „ 37,8 „	28,37 m.
Otwór wiertni- czy Batawia i Grisee na wy- spie Jawie	od 0 do 70 m. 70 — 140 „ 140 — 165 „ 165 — 416 „ 416 — 728 „	26 do 31,6' 31,6 — 36,1 36,1 — 37,5 37,5 — 48 48 — 58	12,5 m. 15,6 „ 18,0 „ 20,0 „ 31,2 „	22,75 m.

Wszystkie te dane dowodzą, że prawo, według którego temperatura skał wzrasta wraz z głębokością, nie jest stałe i że stopień przyrostu zmienia się w bardzo szerokich granicach, bo gdy na wyspie Jawie znaleziono go równym 22 metr., w kopalniach Calumet (Jezioro Wyższe) okazał się 218 metr., a w Bedingo (w Australii) nawet 246 metr.

Na zasadzie tego co dzisiaj wiadomo zdaje się, że stopień przyrostu zależy od reliefu powierzchni, szerokości geograficznej, własności termicznych skał, nachylenia pokładów, mniejszej lub

większej bliskości większych mas wody, od bliskości źródeł mineralnych i t. p. Zauważono także, że on jest mniej prawidłowy w żyłach i więcej prawidłowy w skałach osadowych.

Widzimy więc, że nie znając miejscowych warunków, nie podobna jest z góry przewidzieć do jakiej głębokości roboty górnicze mogą być prowadzone. W każdym jednak razie, na zasadzie tego co dziś jest już wiadomem, można twierdzić, że krańcowa głębokość, na jakiej roboty górnicze muszą być kiedyś wstrzymane, zależy będzie nie od urządzeń mechanicznych, lecz wyłącznie od warunków termicznych. Ponieważ zaś temperatura wszędzie wzrasta wraz z głębokością i wzrasta stosunkowo dosyć szybko, krańcowa więc głębokość, do której człowiek może pracować, będzie osiągniętą bardzo prędko, jeżeli się jej nie oddali środkami sztucznymi.

Zachodzi więc pytanie w jakiej temperaturze praca w kopalni staje się niemożliwą, lub dla zdrowia górników szkodliwą? Doświadczenie wskazuje, że skuteczność pracy człowieka w atmosferze nasyconej wilgocią, temperatura której przewyższa 30°, staje się równa zeru, jeżeli jednak powietrze jest suche, człowiek może jeszcze nawet i w wyższej temperaturze dobrze pracować. Zjawisko to objaśnia się tem, że w powietrzu wilgotnem pot i wogóle wydzieliny skóry ludzkiej nie ulatniają się, a przynajmniej ulatniają się bardzo powoli, bo powietrze przyływające, będąc nasycone wilgocią, nie jest w stanie ich rozpuszczać, strumień więc powietrza choćby nawet i silny, przechodząc przez wyrobisko, niedostatecznie oświeża górnika.

Stassart ¹⁾, profesor górnictwa w szkole górniczej w Hainaut, który specjalnie badał w Belgii warunki odbudowy pokładów węgla na bardzo znacznych głębokościach, utrzymuje, że robota w przodku w temperaturze 30° nie jest wcale nieprzyjemną, z warunkiem, że prędkość strumienia przyływającego powietrza będzie nie mniejszą jak 1,5 do 2 metr. On, opierając się na własnem doświadczeniu, znajduje, że daleko przyjemniej jest pracować w temperaturze 38°, gdy prędkość strumienia przyływającego powietrza wynosi 2,5 metr., aniżeli w temperaturze 30°, przy mniejszej prędkości strumienia.

To się także objaśnia odświeżaniem, które następuje wskutek

¹⁾ S. Stassart Les conditions d'exploitation a grande profondeur, str. 37.

szybszego parowania potu i wydzielin skóry, jakie masa przepływającego powietrza rozpuszcza i unosi. Stassart przypuszcza, że praca w przodkach jest jeszcze możebną nawet przy temperaturze 40°, byle tylko prędkość strumienia przyплиwającego powietrza była nie mniejszą jak 2 do 2,5 metr. Przy naprawach zaś chodników, gdzie pracuje tylko paru górników, temperatura może nawet dochodzić do 43°. Według niego w kopalniach węgla w Belgii, przy odbudowie pokładów na głębokości 1500 m., temperatura w przodkach nie będzie wyższą nad 33,6° do 41,4° i na tej zasadzie przypuszcza on, że w Belgii, w kopalniach węgla, roboty będą mogły być prowadzone do głębokości 1500 metr.

Dla obniżenia temperatury i osuszenia powietrza przy robotach podziemnych, prowadzonych na znacznych głębokościach, proponowano lód, który skrapla wilgoć z powietrza i pochłania ciepło i powietrze zgęszczone, które, rozszerzając się, temperaturę obniża. Lód jednak w tunelach okazał się mało skutecznym, a w kopalniach węgla wcale się nie daje zastosować. Co się zaś tyczy powietrza zgęszczonego, to tymczasem jest ono zanadto drogie, aby mogło być używane do tego celu. Przypuszczają jeszcze, że może skuteczniejszym byłoby powietrze płynne, ale doświadczenia z powietrzem płynnem nie były robione. Jak dotąd więc jedynym środkiem obniżenia temperatury i odświeżania robót górniczych na znacznych głębokościach jest silny strumień suchego powietrza, przepływającego z wielką prędkością.

Z tego wszystkiego, co wyżej powiedziano wypada, że aby górnik mógł pracować w dobrych warunkach na znacznej głębokości, w wysokiej temperaturze, potrzeba:

1) Dostarczać do robót bardzo znaczną ilość jak najsuchszego powietrza, przyczem ten drugi warunek jest równie ważny jak i pierwszy.

2) Zbierać wodę przyплиwającą do kopalni w ten sposób, aby spływała kanałami, a nie spadała w postaci deszczu, podczas którego ilość wody wyparowanej, a więc i ilość wilgoci w powietrzu znacznie się zwiększa.

3) Nadawać strumieniowi powietrza przyплиwającego do kopalni możliwie największą szybkość, aby atmosfera kopalni ciągle i prędko się odnawiała i tym sposobem aby powietrze, przechodząc około ścian wyrobisk, jak również i przez wyrobiska, w których znajdują się ludzie z ich lampkami, nie miało czasu nasycać się wilgocią.

Jednem słowem, tylko najdokładniejsze odświeżanie wszystkich części wyrobisk i możliwie najszybsze odnawianie powietrza kopalnianego jest w stanie obniżyć temperaturę wyrobisk na znacznych głębokościach. Dlatego zaś, aby wypełnić te dwa niezbędne warunki, potrzeba mieć co najmniej dwa szyby o dużym przekroju, z których jeden dla przypyływu, a drugi, połączony z wentylatorem ssącym, dla odpływu powietrza. Same zaś szyby powinny być okrągłe, aby przy danych płaszczyznach przekroju obwody ich mogły być najmniejsze, ściany ich gładkie i w szybach jak najwięcej wolnej przestrzeni.

Co się tyczy samych robót, to nadzwyczaj trudno jest dać jakieś dokładniejsze wskazówki, bo sposób ich rozłożenia i wymiary poprzecznego przekroju wyrobisk zależą od systemu odbudowy i od miejscowych warunków, można więc tylko powiedzieć, że roboty należy dzielić na jak największą liczbę pól, całkowicie jedno od drugiego niezależnych pod względem przewietrzania.

Wyciąganie z bardzo znacznych głębokości. *Urządzenie szybu wyciągowego.* Oprócz trudności termicznych, najważniejszym zadaniem, jakie ma górnik do rozwiązania, przy wydobywaniu minerałów z bardzo znacznej głębokości, jest odpowiednie urządzenie wyciągania.

Pogłębianie i wogóle urządzenie głębokich szybów należy do robót bardzo trudnych, wymagających dużo czasu i bardzo znacznego kapitału. Przystępując więc do urządzenia kopalni, mającej dostarczać minerał użyteczny z bardzo znacznych głębokości, należy ją projektować w ten sposób, aby liczba mających się pogłębiać szybów była jak najmniejszą, to jest aby szyb wyciągowy mógł obsługiwać jak najobszerniejsze pole. Wypada więc z tego, że wydajność szybu powinna być tem większą, im szyb jest głębszym, co naturalnie powiększa jeszcze trudności, bo, właściwie mówiąc, w miarę zwiększania się głębokości wydajność szybu musi się zmniejszać.

Są dwa sposoby zwiększenia wydajności szybu:

- a) zwiększając prędkość wyciągania;
- b) zwiększając ciężar podnoszony przez maszynę.

Prędkość biegu maszyny może być powiększoną tylko do pewnej granicy, po przejściu której zbyt duża szybkość biegu maszyny przedstawia już bardzo poważne niedogodności. Klatki kierowniki i sama maszyna zużywa się prędzej, a prócz tego i wypadki mogą się zdarzać częściej. Nareszcie im szybkość biegu maszyny

jest większą, tem maszynista musi pracować z bardziej nateżoną uwagą, co także może być przyczyną zwiększenia liczby wypadków. Potrzeba się więc starać osiągnąć zwiększenie prędkości wyciągania nie przez zbyt znaczne zwiększenie szybkości biegu maszyny, lecz skracając czas trwania manewrów.

Zwiększenie wydajności szybu drugim sposobem, a mianowicie przez zwiększenie ciężaru, jaki maszyna podnosi, może być osiągnięte albo zwiększając liczbę pięter w klatkach, albo też zwiększając liczbę wozów na każdym piętrze klatki. Stare szyby, które były pogłębiane stopniowo i dziś doszły do znacznych głębokości, są zwykle bardzo ciasne, wydajność więc ich można powiększyć tylko przez powiększenie liczby pięter w klatkach. Nowe zaś szyby budują obecnie o znacznych średnicach, aby mogły być obsługiwane obszernymi klatkami, w którychby można było umieścić po 4 wozy na każdym piętrze i tym sposobem otrzymać największą wydajność szybu, przy najmniejszej stracie czasu na manewry.

Obecnie w szybach bardzo głębokich pomieszczają dwa oddzielne urządzenia wyciągowe, niezależne jedno od drugiego i tym sposobem zdwajają wydajność szybu. Podobny szyb zbudował w kopalni Preussen w Westfalii inżynier Tomson, który specjalnie się zajmował kwestyą wydobywania minerałów z bardzo znacznych głębokości ¹⁾.

Szyb jest okrągły o średnicy 5-ciu metrów, przez niego wchodzi świeże powietrze do kopalni. Środkową część szybu zajmuje główny oddział wyciągowy, boczne części zajmują oddziały wyciągowe pomocnicze.

Główna maszyna wyciągowa obliczona jest w ten sposób, że może podnieść na powierzchnię ziemi całe wydobycie kopalni. Dla opuszczania zaś materiałów, wyciągania skał płonnych, opuszczania i podnoszenia ludzi służy druga maszyna wyciągowa, która w razie potrzeby może być także użytą jako maszyna pomocnicza dla wyciągania węgla.

Kierowniki w tym szybie zrobione są z relsów typu Vignol'a, które Tomson uważa jako najlepsze do tego celu. Metr bieżący relsa waży 42 kg., długość relsa 11,98 metr. Kierowniki przytwierdzają się do belek kształtu **I**, przyczem każdy kierownik przytwierdza się nie tylko na końcach ale i w środku swej długości, aby w ra-

¹⁾ E. Tomson. „Förder Anlagen für grossen Teufen“. Sonderabdruck aus № 23—26 der Zeitschrift Glückauf, 1898.

zie pęknięcia mógł się jeszcze utrzymać na miejscu. Smarowanie relsów odbywa się automatycznie zapomocą puszek ze smarem, przytwierdzonych do klatek.

Wieże nadszybowe. Przy bardzo głębokich szybach, promień nawijania liny w chwili gdy klatka dochodzi do poziomu nadszybia musi być bardzo wielki, a więc prędkość biegu klatki, nie zważając na zwolniony bieg maszyny, jest jeszcze w każdym razie dosyć znaczną. Najmniejsza więc nieuwaga maszynisty może spowodować podniesienie klatki do kół linowych, dlatego też wieże nad głębokimi szybami powinny być wysokie 30—35 metr. i w każdym razie wysokość ich musi się równać co najmniej długości tej części liny, jaka się nawija przy jednym obrocie bębna. Przy tych warunkach wieża musi być żelazna i zaopatrzona we wszystkie przyrządy bezpieczeństwa, aby w razie nieuwagi maszynisty, następstwa wypadku mogły być spowodowane do możliwie najmniejszych rozmiarów.

Wieża nadszybowa musi być wtedy znacznej wysokości jeszcze i dlatego, ponieważ przy większych głębokościach szybu, bębny, aby mogły pomieścić linę, muszą być bardzo szerokie, a przy znacznej szerokości bębnow, maszyna musi być daleko odsuniętą od szybu. Gdyby więc przy tych warunkach wieża była niska, to lina przy zatrzymywaniu maszyny, będąc prawie poziomą, a przynajmniej mając bardzo małe nachylenie, zanedtoby się bujała i mogłaby wypaść z rowka koła linowego.

Im wieża nadszybowa jest wyższą, tem miejsce dla niej powinno być dogodniej wybrane, jest to niezbędny warunek utrzymania w porządku kół linowych, który przy budowie wieży nie zawsze bywa wykonywany. Często jako wejście na wieżę służy zwyczajna drabina, przystawiona do jednej ze ścian wieży, chodzenie po której nietylko jest niedogodne ale nawet i niebezpieczne. Jest to najgorszy system, który stanowczo powinien być wzbронionym, bo wtedy koła linowe nie są należycie doglądane, osoba do której należy nadzór, wiedząc że nie będzie kontrolowaną, zagląda na wieżę rzadko, koła nie są należycie smarowane, drzewo, którem jest wyłożony obwód koła, ściiera się nierównomiernie i lina bardzo prędko się niszczy.

Wieża powinna być obliczoną w ten sposób, aby nietylko wytrzymywała ciężar jaki maszyna podnosi, lecz aby jeszcze przedstawiała dostateczny opór wstrząśnieniom, jakich uniknąć niepodobna, a które, powtarzając się często, osłabiają nity i zmienia-

jąc strukturę żelaza, z którego wieża jest zbudowana, zmniejszając jego wytrzymałość.

Liny. Liny dla wyciągania z wielkich głębokości używają aloesowe i stalowe, jedno i drugie mają swoich zwolenników, pierwsze przeważnie we Francyi i w Belgii, drugie w Niemczech i w Anglii. Linom aloesowym oddają pierwszeństwo we Francyi i Belgii tylko dlatego, ponieważ ciężar ich może być łatwo zrównoważonym na bobinach o niewielkiej średnicy i że wskutek tego wymiary maszyn wyciągowych mogą być mniejsze.

Wytrzymałość lin aloesowych jest różna, zależnie od ich kształtu (liny okrągłe i płaskie) i od ich średnicy lub grubości. W kopalniach używają się tylko liny płaskie. Wytrzymałość dobrej liny aloesowej dochodzi do 900 kg. na 1 ctm. kwadr. Liny te, wbrew temu co widzimy w linach drucianych, więcej się zużywają w części górnej aniżeli dolnej. Prędsze zużywanie się dolnej części lin drucianych tłumaczy się ciąglem drzeniem, jakiego lina doznaje podczas wyciągania, ponieważ zaś to drzenie ustaje w miarę jak się lina układa na bębnie, a więc dolna część musi się zużywać prędzej.

Trwałość liny, to jest zmniejszenie się jej wytrzymałości w ciągu mniej lub więcej krótkiego czasu, zależy od wielu okoliczności, a głównie od prostopadłości szybu, od stanu w jakim się znajdują kierowniki i t. p. Ostatnimi czasy liny aloesowe zaczęto próbować w kopalniach w Belgii w ten sposób, że odcinają co miesiąc koniec liny około 0,5 metra długi, rozplatają go na oddzielne sploty, a jeden splot na oddzielne włókna i te włókna silnie wyciągają rękami, przyczem pewna część włókien pęka. Liczba zaś włókien, które nie rozerwały się, daje możność sądzić o wytrzymałości liny. Sprawdzono, że liczba włókien, które pękają przy tej próbie, wzrasta stopniowo do $\frac{3}{5}$ i wtedy cała lina staje się niezdatną do użytku.

Widzieliśmy wyżej, że liny aloesowe, o jednakowym przekroju, dla wielkich głębokości nie mogą być używane, lecz liny płaskie, złożone z lin o przekroju zmniejszającym się, mogą być używane nawet do 1000 metr., tylko że wtedy zrównoważenie ich ciężaru nie będzie całkowite, bo promień pierwszych zwojów musiałby być za małym i praktycznie niemożliwym. Takie jednak niecałkowite zrównoważenie ciężaru liny, nie przedstawia jeszcze zbyt wielkich niedogodności, daleko większe trudności, w szybach bar-

dzo głębokich, przyczynia kształt tych lin. Ponieważ średnica lin okrągłych, z których jest zszyta lina płaska, stopniowo się zmniejsza, więc i szerokość liny płaskiej także się zmniejsza, że zaś liny płaskie nawijają się na bębny w ten sposób, że zwoje układają się jeden na drugi, więc przy bardzo głębokich szybach otrzymuje się na bębnie szereg zwojów, mający w poprzecznym przecięciu kształt trapeza 3 metry wysokiego, dolna podstawa którego może mieć np. 45 ctm., a górna tylko 25 ctm. Ta piramida jest zwiniętą na bębnie i z boków niczem nie podtrzymywaną, bo najmniejsza odległość między ramionami bobiny musi być co najmniej równą największej szerokości liny, a więc tylko dolne zwoje są podtrzymywane, wskutek czego lina może się ześlizgnąć.

Liny aloesowe mają jeszcze jeden wielki niedostatek, że są bardzo ciężkie. Płaska lina aloesowa o zmniejszającym się przekroju jest prawie 3 razy cięższą od liny z drutów stalowych o przekroju zmniejszającym się co 100 metr., która może wytrzymać ciężar 1500 razy większy od wagi jej metra bieżącego.

Powiedzieliśmy wyżej, że liny płaskie aloesowe mają wielką zaletę, polegającą na tem, że nie wymagają bębnow o wielkich średnicach, że ciężar ich może być łatwo zrównoważonym i że wskutek tego maszyny wyciągowe przy linach aloesowych mogą być mniejsze. Nie należy jednak zapominać, że w szybach bardzo głębokich liny aloesowe już tych zalet nie posiadają, bo całkowite zrównoważenie ich staje się niemożliwem, gdyż wtedy promień początkowego nawijania musiałby być zbyt małym, co jest praktycznie niemożliwem, wypada więc zadowolnić się zrównoważeniem częściowem, to jest aby przy wyciąganiu nie było momentów ujemnych.

Liny płaskie stalowe również mogą być w części zrównoważone na bobinach, chociaż nie w tym stopniu co liny aloesowe, fabrykacya ich jest daleko trudniejszą aniżeli lin okrągłych i druty pracują w nich mniej prawidłowo, bo ciężar przyczepiony do liny nie rozkłada się na wszystkie druty równomiernie.

Szerokość bobiny musi być równą szerokości liny, a ponieważ po pewnym czasie, lina, przy nawijaniu się na bobinę, rozpląszcza się i szerokość jej zwiększa się, często więc zdarzają się zacięcia liny w ramionach bobiny, wskutek czego zewnętrzne sploty prędko się zużywają. Jeżeli zaś szerokość bobiny jest większą od szerokości liny, to zwoje ślizgają się jedne po drugich i to tem więcej, im lina jest lepiej wysmarowaną.

Nareszcie lina płaska stalowa ma jeszcze jeden niedostatek,

a mianowicie, że pojedyncze liny okrągłe, z których ona jest złożona, niejednakowo się wydłużają, wskutek czego lina źle się nawija na bobinę.

Z tych wszystkich powodów liny płaskie stalowe dla wielkich głębokości wcale się nie nadają, a ostatnimi czasy zaczynają nawet zupełnie wychodzić z użycia.

Liny stalowe okrągłe są najodpowiedniejsze do wyciągania z bardzo znacznych głębokości i dlatego najczęściej są używane, mogą one być o przekroju jednakowym i o przekroju zmniejszającym się, jedno i drugie są bezwarunkowo lepsze i tańsze od lin aloesowych. Przy jednakowych warunkach wydatek roczny na liny aloesowe wynosi 5 – 6-ciu razy więcej aniżeli wydatek na liny stalowe.

Liny aloesowe przedstawiają tylko tę dogodność, że bębny dla nich (bobiny) są prostszej konstrukcyi i dalekie lżejsze, a dla lin stalowych bębny muszą być cięższe i daleko droższe, pierwsze więc urządzenie maszyny i bębnow dla lin stalowych jest daleko kosztowniejsze aniżeli dla lin aloesowych, ale wypadek ten sowiecie się okupuje w bardzo krótkim czasie. Dla wielkich więc głębokości powinny się używać wyłącznie tylko liny stalowe okrągłe.

W Przybramie w szybie Adalbert lina, która ma 1300 metr. długości i nawija się na bęben cylindryczny o średnicy 6 metr., jest złożoną z 8-miu splotów, po 6 drutów każdy. Druty są stalowe, o wytrzymałości 180 kg. na 1 mm. kwadr. Przekrój liny stopniowo się zmniejsza, ale nie wskutek zmniejszenia ilości drutów, lecz wskutek zmniejszania się ich średnicy.

Cała lina jest podzieloną na 5 części i każda część jest złożoną z drutów innej średnicy.

1-sza część	350 m. długa	8 splotów	po 6 drutów	o średn.	2,1 mm.
2	"	200	"	8	" " 6 " " 2,2 "
3	"	200	"	8	" " 6 " " 2,3 "
4	"	200	"	8	" " 6 " " 2,4 "
5	"	350	"	8	" " 6 " " 2,5 "

Druty różnej średnicy są z sobą zlutowane, a ponieważ wytrzymałość drutu na miejscu zlutowania jest o 50% mniejszą, więc linę składają w ten sposób, aby dwa miejsca zlutowane nigdy się nie znajdowały w jednej i tej samej płaszczyźnie poprzecznego przekroju. Dusze liny są konopne i bardzo ściśnięte.

Ciężar, jaki lina podnosi, składa się z

1 klatki ważącej	1100 kg.
2 wozów próżnych	700 „
ciężaru pożytecznego	2000 „
	<hr/>
	3800 kg.

Ciężar metra bieżącego liny wynosi:

w 1-szej części	1,63 kg.
„ 2-iej „	1,79 „
„ 3-iej „	1,96 „
„ 4-tej „	2,13 „
„ 5-tej „	2,31 „

Lina w cienkim końcu ma średnicę 24 mm., w grubym 29 mm. Całkowita waga liny 2554 kg. Lina służy średnio 27 miesięcy.

Druty są wyrobione ze stali tyglowej angielskiej, drut o średnicy 2 mm. rozrywa się średnio pod ciężarem 580, wytrzymuje on 20 zgięć na imadle o średnicy szczęki 5 mm. i 35—40 skręceń, przy długości drutu 15 ctm. ¹⁾

Bębny linowe i zrównoważenie ciężaru lin. Przy wyciąganiu z szybów bardzo głębokich, liny okrągłe nawijają się na bębny cylindryczne lub wężownicowe, a liny płaskie na tak zwane bobiny. Bębny stożkowe nie mogą być używane, ponieważ kąt nachylenia stożka musiałby być bardzo znacznym, lina więc nie mogłaby się nawijać prawidłowo.

Przy linach okrągłych, gdy szyb jest bardzo głęboki, to jest gdy lina jest bardzo długa, to aby mogła się pomieścić na bębnie, ten ostatni musi być bardzo szoroki, zwoje więc liny, układając się na nim, coraz bardziej oddalają się od płaszczyzny koła linowego. Im szyb jest głębszy, tem kąt odchylenia liny jest większy, dla utrzymania go więc w pewnych granicach, potrzeba maszynę oddalać od szybu i to tem więcej, im głębokość szybu jest większą. W niektórych więc kopalniach maszyna bywa oddaloną od szybu o 50, a nawet i 60 metrów.

W kopalniach w Przybram, gdzie, jak wyżej wspomnieliśmy, lina ma 1130 metr. długości, zaradzono tej niedogodności w ten sposób, że na bęben cylindryczny nawijają linę w 2 i 3 rzędy zwojów, jedno na drugich, wskutek czego szerokość bębna i kąt odchylenia zostały znacznie zmniejszone.

¹⁾ *L. Poussigne. Condition d'exploitation a grande profondeur. Bulletin de la Société de l'Industrie Minérale. Troisième serie, tom XIV, 1900 r., str. 252.*

Właściwie mówiąc, zastosowanie bębnow cylindrycznych przy szybach bardzo głębokich, nie jest racjonalne, bo nie jest ekonomiczne i nawet nie jest zupełnie bezpieczne, trzeba jednak przyznać, że pomimo wszystkich niedostatków tych bębnow, jeżeli na nie nawijać linę w ten sposób, że ona tworzy kilka współśrodkowych zwojów, to bębny te mogą służyć dla największych znanych dotąd głębokości.

Hrabak utrzymuje, że gdyby zachodziła potrzeba wyciągania minerału jedną maszyną, z głębokości większej aniżeli 1500 metr., to nie zważając na wszystkie niedostatki bębnow cylindrycznych, byłoby się zmuszonym ich zastosować, bo tylko takie bębny byłyby w stanie podolać temu zadaniu ¹⁾.

Bębny cylindryczne przy bardzo znacznych głębokościach szybów można urządzić w ten sposób, aby lina nawijała się na miejsce tej, która się rozwija. Właściwie mówiąc, możnaby się nawet zadowolnić jednym bębmem, lecz wtedy regulowanie długości lin byłoby bardzo trudnem. Lepiej więc mieć dwa bębny, z których jeden musi mieć szerokość dostateczną dla pomieszczenia całej liny, gdy tymczasem szerokość drugiego może być znacznie mniejszą, tylko taką, aby się mogła pomieścić zapasowa część liny. Naturalnie, że wtedy nie może być między bębnami żadnego przedziału, ani żadnego występu i oba bębny muszą być do siebie tak dopasowane, żeby tworzyły jedną całość, jakby to był jeden bęben. Przy takich bębnach lina może być o przekroju zmniejszającym się.

Bębny cylindryczne, oprócz innych, przedstawiają tę wielką niedogodność, że ciężar liny nie jest zrównoważony, tymczasem jednym z najważniejszych warunków przy wyciąganiu z bardzo znacznych głębokości jest o ile można dokładne zrównoważenie liny, bo bieg maszyny jest tem równomierniejszym i prawidłowszym, im lina jest lepiej zrównoważoną.

Nie ulega wątpliwości, że najlepsze zrównoważenie liny otrzymuje się przy systemie wyciągania Koepe'go, lecz, jak to już wspominaliśmy opisując ten sposób (str. 141, t. II), system ten, z przyczyny nadmiernego bujania się dolnej liny, nie może być stosowany do głębokości większych nad 800 metr. Stassart, profesor górnictwa w szkole górniczej w Hainaut, w swojej broszurze ²⁾ wspomina, że

¹⁾ *J. Hrabak*. Condition d'exploitation a grande profondeur. Bulletin de la Société de l'Industrie Mineral. Troisième serie, tome XIV, 1900, str. 176.

²⁾ Les conditions d'exploitation a grande profondeur en Belgique. Saint Etienne, 1900, str. 68.

wyciąganie według systemu Koepe'go, które było zastosowane w szybie Viviers z głębokości 940 metr., musiało być zaniechane i całe urządzenie rozebrane.

W niektórych kopalniach, gdzie są ustawione maszyny wyciągowe z bębniami cylindrycznymi, dla zrównoważenia ciężaru liny zawieszają pod klatkami trzecią linę, zupełnie w ten sam sposób, jak przy wyciąganiu, według systemu Koepe'go. Sposób ten jest wprawdzie pod tym względem bezpieczniejszym od sposobu Koepe'go, że w razie zerwania się liny, nie obiedwie klatki odrazu wpadają do szybu, lecz dla tych samych przyczyn co i sposób Koepe'go nie może być on stosowanym do głębokości przewyższających 800 metr. Wreszcie kwestya, do jakiej głębokości może być stosowany system z liną równoważącą, może być rozwiązana tylko dla każdego pojedynczego wypadku, ponieważ to jeszcze zależy od wymiarów poprzecznego przekroju szybu, od odległości między kołami linowymi i od prędkości wyciągania.

Bębny o promieniach nawijania zmiennych. Moment oporu przedstawia iloczyn z ciężaru podnoszonego przez promień nawijania, jeżeli więc, w miarę tego jak ciężar podnoszony przez maszynę zwiększa się lub zmniejsza, będziemy odpowiednio zmniejszać lub zwiększać promień nawijania, otrzymamy iloczyn mniej więcej stały, czyli, że moment oporu, podczas całego okresu podnoszenia, będzie mniej więcej jednakowy. Gdy lina jest płaska, zmiana pierwotnego promienia nawijania następuje wskutek układania się jednego zwoju liny na drugi. Na bobiny nawijanie liny zaczyna się od promienia najmniejszego, w miarę zaś jak ciężar podnoszony się zmniejsza, promień nawijania się zwiększa i nareszcie ku końcowi okresu podnoszenia, gdy ciężar jest najmniejszy, promień nawijania jest największy.

Zdawałoby się, że ten sam sposób nawijania mógłby być zastosowanym i dla lin okrągłych. Demanet ¹⁾ nawet go proponował i on rzeczywiście może być zastosowanym ale tylko przy wyciąganiu z niewielkich głębokości. Przy bardzo znacznej głębokości sploty liny, pod tak wielkim ciężarem, mogłyby być zgniecione i uszkodzone, a prócz tego odległość między ramionami bobiny musiałaby być równą średnicy liny, bo inaczej zwoje liny mogłyby się ślizgać

¹⁾ Ch. Demanet. *Traité d'exploitation des mines de houille.* Bruxelles 1899 r., t. 2, str. 259.

jedne na drugich, szczególnie gdy lina jest wysmarowaną tłuszczem, lina więc musiałaby być jednakowego przekroju na całej długości. Nareszcie promień pierwszego nawijania, oznaczony na zasadzie grubości drutów, musiałby być za wielki. Z tych przyczyn liny okrągłe nie mogą być nawijane na bobiny, pozostaje więc tylko zastosować dla nich bębny wężownicowe. Przy bębnach wężownicowych liny można używać o przekroju jednakowym, lub też o przekroju zmniejszającym się. Na nich lina układa się w rowku, zrobionym z żelaza odpowiedniego kształtu, który tworzy na powierzchni bębna wężownicę. Rowek ten powinien być na pewnej długości równoległym do płaszczyzny pionowej przechodzącej przez koło linowe, potem zaś lina, nawijając się na bęben, odchyła się i nie znajduje się w tej płaszczyźnie, z wyjątkiem tylko jednego zwoju znajdującego się pośrodku bębna i to tylko wtedy, gdy liczba zwojów na bębnie jest nieparzystą. Im zaś lina znajduje się dalej od zwoju środkowego, tem bardziej się odchyła od płaszczyzny koła. Jeżeli więc rowek na bębnie jest zrobiony prawidłowo, to jest jeżeli szerokość jego będzie odpowiadała średnicy liny, w takim razie przy nawijaniu i rozwijaniu się liny, tarcie jej o ścianę rowka będzie nieuniknionem, co naturalnie musi spowodować daleko prędsze jej zużycie. Dla zmniejszenia więc tego tarcia rowek musi być zrobiony z pewnym zapasem, to jest szerokość jego musi być większą od średnicy liny i to tem większą, im rowek jest bardziej odchylonym od płaszczyzny pionowej, przechodzącej przez koło linowe.

Tym sposobem szerokość rowka należy obliczać dla każdego zwoju liny oddzielnie, w zależności od położenia, jakie on zajmuje na bębnie. Jeżeli więc bęben projektuje się dla szybu bardzo głębokiego, to przy tym sposobie obliczania szerokości rowków dla zwojów liny, szerokość bębna wypada bardzo znaczną, nie mniejszą jak 3 metry a nawet i więcej. Zważywszy zaś, że takich bębnow ma być na wale dwa i że między nimi musi być jeszcze umieszczone koło hamulcowe, wał otrzymuje się bardzo długi. Z drugiej strony, ponieważ bębny mają wytrzymywać bardzo wielki ciężar, budowa ich musi być silną i wymiary znaczne, a więc ciężar każdego bębna ogromny. Przy głębokości szybu 1000 metr. wał powinienby mieć 10 metrów długości i wytrzymywać ciężar przeszło 150 tonn, oczywiście, że aby wał przy tej długości mógł wytrzymać podobny ciężar, potrzebowałby mieć taką średnicę, jaka w praktyce już jest niemożliwą.

Wobec takich trudności, bębny linowe z konieczności muszą

być węższe i lżejsze. Dla dopięcia więc tego celu starają się budować je w ten sposób, że jedna część bębna, od strony większej średnicy, jest, na pewnej przestrzeni, cylindryczną, a pozostała część przedstawia bęben wężownicowy. Przy takiej budowie, wężownica może mieć mniej zwojów, bo część liny nawija się na część bębna cylindryczną, bęben więc jest węższy, ale zrównoważenie liny nie może być już zupełnem. W każdym jednak razie można dojść do tego, że nie będzie momentów ujemnych.

Tomson, dla zmniejszenia średnicy i ciężaru wała w maszynie, jaką sprojektował dla kopalni Preussen w Westfalii, każdy z bębnow umieścił na oddzielnym wale w ten sposób, że bębny znajdują się jeden za drugim, ale w tej samej płaszczyźnie pionowej. Same zaś bębny są cylindryczno-wężownicowe. Maszyna Tomsona, mając zamiast jednego, dwa wały, jest naturalnie więcej złożoną, ale wały są prawie o połowę krótsze i każdy z nich wytrzymuje ciężar dwa razy mniejszy. Lina zaś nawija się na te bębny więcej prawidłowo, a więc mniej się zużywa. Na części bębna cylindrycznej może się nawijać 200 metr. liny, a na części bębna wężownicowej 700 metrów. Wały wprowadzają się w ruch zapomocą korb i drążków korbowych, otrzymujących ruch od wahaczy o trzech ramionach, połączonych zapomocą drążków z trzonami cylindrów.

Podszybia i nadszybia. Podszybia i nadszybia przy wyciąganiu z bardzo znacznych głębokości powinny być urządzone w ten sposób, aby wtaczanie wozów do klatek i wytaczanie ich z klatek odbywało się jak najprędzej i bez żadnej przerwy, to jest aby czas postoju klatek był jak najbardziej skrócony. Cel ten najlepiej osiąga się wtedy, gdy wozy naładowane przychodzą z jednej strony szybu, a próżne wychodzą na stronę przeciwną.

Zwykle klatka wychodząca z szybu wyciągowego zostaje podniesioną cokolwiek wyżej ponad poziom pomostu nadszybowego, poczem sygnalista podsuwa pod nią podchwyty i dopiero wtedy maszynista daje maszynie ruch wsteczny i stawia klatkę na podchwytach. Po wytoczeniu wozów pełnych i po wtoczeniu na ich miejsce wozów próżnych, jeżeli klatka jest kilkopiętrowa, potrzeba powtórzyć te same czynności dla każdego piętra. Następnie maszynista unosi klatkę po raz ostatni, sygnalista wysuwa z pod klatki podchwyty i opuszcza ją do szybu.

Wszystkie te czynności zajmują bardzo dużo czasu, wskutek czego czas użyty na każde jedno wyciągnięcie klatki z szybu zna-

cznie się zwiększa. Wygrać na czasie upraszczając manewry, to znaczy zwiększyć wydajność szybu, a jednocześnie i zmniejszyć liczbę wypadków, bo podniesienie klatki do kół linowych, właśnie najczęściej się zdarza podczas manewrów. Prócz tego skrócenie i uproszczenie manewrów na podszybiu i nadszybiu, bardzo dodatnio wpływa na trwałość liny, która podczas tych manewrów doznaje najwięcej wstrząśnień, bardzo zgubnie działających na jej wytrzymałość.

Maszyna powinna tylko podnosić klatkę od poziomu podszybia do poziomu nadszybia i opuszczać ją od nadszybia do podszybia. Do tego dochodzą, urządzać tyle pomostów na podszybiu i nadszybiu, ile jest pięter w klatce, tak, aby wszystkie wozy mogły być wytoczone z klatki i do niej wtoczone jednocześnie bez manewrów, a następnie podczas gdy klatka jest w ruchu, wozy z pomostów urządzonych na różnych piętrach opuszczają na pomost główny. Takie opuszczanie odbywa się zapomocą przyrządów hamulcowych, wszystkie te jednak przyrządy zajmują bardzo dużo miejsca i wymagają dużo obsługi, a prócz tego i same klatki muszą być bardzo wysokie, bo przy niskich piętrach ludzie muszą pracować nachyleni, w położeniu bardzo niewygodnem, co znacznie zmniejsza skuteczność ich pracy. Dla zapobieżenia tej niedogodności zastosowano automatyczne wtaczanie i wytaczanie wozów, wskutek czego zmniejszono liczbę ludzi do obsługi, nie zwiększając czasu potrzebnego na uskutecznienie tej czynności.

Automatyczne wytaczanie z klatek wozów próżnych na podszybiu skutecznia się bardzo łatwo, bo lekkie uderzenie wózka naładowanego jest dostatecznem dla wypchnięcia z klatki wozu próżnego, na miejsce którego wchodzi wóz naładowany. Na nadszybiu jednak rzecz się ma inaczej, bo lekkie uderzenie wozem próżnym nie jest dostatecznem dla wytoczenia z klatki wozu pełnego, trzeba więc mieć albo oddzielny motor do wypychania z klatki wozów naładowanych, albo też odpowiednio nachylić dno klatki, na którym stoją te wozy, a także nachylić i pomost z wozami próżnemi, które mają być wtoczone na miejsce wozów naładowanych. Tego rodzaju urządzenie opisaliśmy wyżej w rozdziale o wyciąganiu (str. 176, fig. 688).

Wozy wychodzące z klatki wielopiętrowej wtaczają od razu na pomosty z przyrządem hamulcowym, zapomocą którego opuszczają się na właściwy poziom, podnosząc jednocześnie swoim cięż-

żarem wozy próżne do poziomów, na których są urządzone piętra klatki.

Inżynier Tomson zbudował w kopalni Preussen w Westfalii przyrząd do wtaczania wozów do klatek i wytaczania ich z klatek, który zdaje się zupełnie odpowiada swojemu celowi. Przyrząd ten jest szczegółowo opisany w broszurze, o której już wyżej wspominaliśmy „*Förderanlagen für grosse Teufen*“.

Klatki w kopalni Preussen są czteropiętrowe z dwoma wozami na każdym piętrze, umieszczonemi jeden za drugim. Pomosty na wszystkich piętrach klatek są nachylone w ten sposób, że relsy na nich ułożone mają silny spadek, przy którym wozy wytaczają się z klatki swoim własnym ciężarem, dlatego zaś aby nie mogły się wysunąć, podczas biegu klatek są przytrzymywane hakami.

Z przedniej i tylnej strony szybu są urządzone elewatory hydrauliczne czteropiętrowe, po dwa z każdej strony, z pomostami zupełnie odpowiadającymi pomostom w klatkach wyciągowych, tak, że gdy klatka wyciągowa wyjdzie na poziom nadszybia wtedy znajduje ona się między dwoma klatkami elewatorów, przedniego i tylnego, przyczem piętra klatki wyciągowej w zupełności odpowiadają piętróm klatek elewatora.

W klatce jednego z tych elewatorów, a mianowicie w klatce elewatora, umieszczonego w tylnej stronie szybu, na wszystkich piętrach, stają wozy próżne; a klatka drugiego elewatora, znajdującego się z przedniej strony szybu, jest próżną i służy do przyjęcia wozów naładowanych, które wyszły z szybu w klatce wyciągowej.

Jak tylko klatka wyciągowa zostanie otwartą, wozy naładowane wytaczają się z niej swoim własnym ciężarem i wtaczają się do klatki przedniego elewatora, a na ich miejsce wtaczają się do klatki wyciągowej wozy próżne z klatki elewatora, znajdującego się na przeciwległej (tylnej) stronie szybu.

Podczas gdy klatka wyciągowa opuszcza się do szybu, klatki przedniego i tylnego elewatorów stopniowo się opuszczają, tak, że każde ich piętro po kolei dochodzi do poziomu pomostu nadszybowego, przyczem z klatki przedniego elewatora wytaczają wozy pełne, a do klatki tylnego elewatora wtaczają po kolei na każde piętro wozy próżne.

Klatki obu elewatorów, znajdujących się po jednej i tej samej stronie szybu, są przyczepione do końców łańcucha, przechodzącego przez koło łańcuchowe, umocowane nad temi elewatorami,

przyczem długość tego łańcucha jest tak uregulowana, że te klatki wzajemnie się równoważą.

Klatki elewatorów podstawami swemi są osadzone na tłokach poruszających się w cylindrach hydraulicznych, tak, że przesunięcie drażka wystarcza, aby tłok z klatkami opuścić lub podnieść. Przyrząd zaś rozdzielczy pozwala regulować szybkość opuszczania, jak również i zatrzymywać klatkę na każdej wysokości i w każdej chwili.

Zupełnie taki sam przyrząd z elewatorami znajduje się i na podszybiu.

W kopalni Ronchamp we Francyi, w której odbudowa prowadzi się na głębokości 1000 metrów, lecz w mniejszych rozmiarach, nadszynie jest urządzone w ten sposób, że elewatory są ustawione tylko zestrojony przedniej szybu, to jest z tej, z której wytaczają z klatek wozy naładowane, a po stronie przeciwległej, z której wtaczają się do klatek wozy próżne, zrobione są dwa pomosty, odpowiadające dwóm piętróm klatki (figura

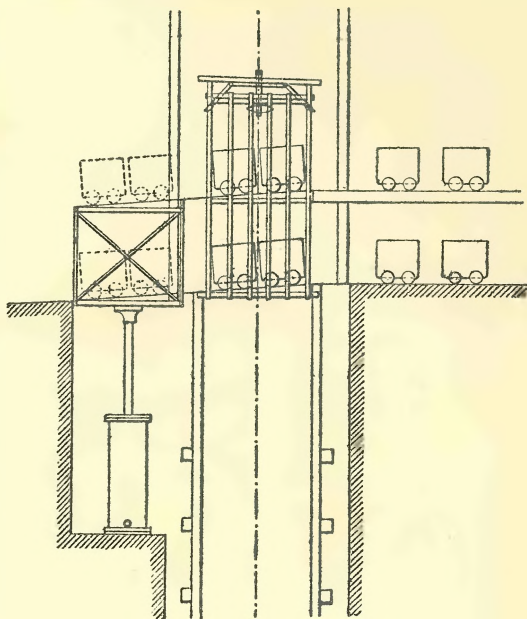


Fig. 915.

915). Dla dostawy zaś wozów próżnych na te pomosty i mianowicie na pomost górny, urządzone jest przewóz mechaniczny.

Klatki są dwupiętrowe, dna klatek nachylone tak, aby wozy wytaczały się własnym ciężarem. Z przedniej strony szybu, tej, na którą się wytaczają wozy naładowane, są urządzone dwa elewatory z motorem hydraulicznym, odpowiadające dwóm klatkom wyciągowym. Wysokość klatki elewatora jest równą dwóm metrom, to jest zupełnie równą odległości pomiędzy piętrami klatki, tak, że górny pomost klatki elewatora znajduje się na poziomie pomostu na drugim piętrze klatki.

Gdy tłok przyrządu jest w najniższym położeniu, górny pomost klatki elewatora znajduje się na poziomie nadszybia i tworzy przedłużenie dna dolnego piętra klatki. Pomost ten jest silnie nachylny, tak, że gdy wóz naładowany, stojący w klatce, zostanie zlekka pchnięty wozem próżnym, wóz pełny stacza się na pomost elewatora i nie zatrzymując się na nim, podąża dalej do wywrotu.

Gdy klatka wyciągowa wychodzi z szybu, elewator znajduje się w położeniu przedstawionem na figurze. Wozy naładowane wytaczają się jednocześnie z obu pięter klatki na pomosty elewatora, a podczas gdy klatka wyciągowa opuszcza się z powrotem do szybu, wytaczają wozy naładowane, najprzód z dolnego piętra elewatora, a następnie, opuściwszy elewator i z piętra górnego.

Maszyny wyciągowe dla szybów bardzo głębokich muszą być zbudowane bardzo silnie, konstrukcja ich musi być prostą, a sama maszyna łatwą do kierowania. Powinna ona być opatrzoną dwoma hamulcami parowymi, z których jednym powinien kierować maszynista, a drugi powinien działać automatycznie, prócz tego maszyna powinna być jeszcze opatrzoną przyrządem, któryby automatycznie zamykał przepustnice wpustową przy końcu skoku tłoka. Każdy z dwóch bębnow powinien być osadzony na oddzielnym wale i umieszczony jeden za drugim.

Hrabak w swojej broszurze ¹⁾ „*Condition d'exploitation à grande profondeur*“, o której wspominaliśmy wyżej, utrzymuje, że 1500 metrów stanowi już granicę głębokości, z której wyciąganie może się odbywać jedną maszyną i to z warunkiem, że ciężar od razu podnoszonego minerału nie przenosi 2000 kg. Jeżeli zaś ciężar minerału, podnoszonego od razu przez maszynę wyciągową, wynosi 4000 kg., to granica ta zmniejsza się do 1200 metrów. Według więc niego, gdyby zachodziła potrzeba wyciągania z głębokości większej jak 1500 metr., to należałoby się posilkować dwoma maszynami wyciągowymi, z których jedna podnosiłaby urabiany minerał do poziomu pośredniego, a druga z poziomu pośredniego do powierzchni ziemi.

Wyciąganie do poziomu pośredniego mogłoby się odbywać maszyną podziemną, lub też maszyną ustawioną na powierzchni ziemi. W pierwszym wypadku całe urządzenie nie przedstawiałoby nic nowego; jedna lub więcej wind podziemnych, jakie już i dziś w wielu kopalniach są urządzone, podnosiłyby urabiany minerał

¹⁾ Bulletin de la Société de l'Industrie Mineral. Troisième serie. Tom XIV, 1900 r., str. 175 i 180.

szybami ślepymi do poziomu pośredniego, skąd przewożonoby go do szybu głównego i tym szybem wyciąganoby go następnie na powierzchnię ziemi. W tym jednak razie głębokość szybów ślepych musiałaby być ograniczoną i nie mogłaby przechodzić pewnych granic, ponieważ ustawienie pod ziemią wielkiej maszyny wyciągowej, jaka jest niezbędną do wyciągania z większych głębokości, przedstawiałoby bardzo poważne trudności. Co najwyżej więc maszynami podziemnymi możnaby było wyciągać z głębokości 500 metr. i to maszyna musiałaby mieć bębny cylindryczne i być poruszana nie parą, lecz elektrycznością. Możliwe byłoby także posługiwać się systemem wyciągania Koepe'go.

Dla największych głębokości Hrabak proponuje urządzić wyciąganie dwoma maszynami, ustawionymi na powierzchni ziemi, utrzymując, że przy tym sposobie głębokość, z której minerał mógłby być wyciągany wzrosłaby o całe 100 metrów, to jest mogłaby dojść do 2000, a nawet i 2500 metrów. Mianowicie proponuje on, aby pierwsza połowa szybu, zaczynając od powierzchni ziemi aż do głębokości przewyższającej mniej więcej o 100 metrów połowę całkowitej jego głębokości, była pogłębianą o większym przekroju, tak, aby w niej można było pomieścić nie tylko dwa oddziały wyciągowe idące do dna szybu, ale jeszcze i drugie dwa dochodzące tylko do poziomu pośredniego. Tym sposobem szyb od powierzchni ziemi do poziomu pośredniego musiałby mieć wymiary podwójne, a dolna jego część, zaczynając od poziomu pośredniego, która byłaby cokolwiek mniej głęboką od połowy całkowitej głębokości szybu, przedstawiałaby szyb zwykły z dwoma oddziałami wyciągowymi.

W tej dolnej połowie, urabiany minerał byłby wyciągany tylko do poziomu pośredniego, zapomocą lin, które musiałby dochodzić aż do maszyny, ustawionej na powierzchni ziemi i być założone w ten sposób, aby tylko górne ich części nawijały się na bębny, dolne zaś części lin miałyby zawsze wisieć w szybie, wzajemnie się równoważąc i zwiększając tylko ciężar martwy. Dalsze wyciąganie, w górnej połowie szybu, od poziomu pośredniego do powierzchni ziemi, odbywałoby się zapomocą drugiej maszyny, sposobem zwykłym.

Na poziomie pośrednim musiałoby być urządzone podszybie, dostatecznie obszerne dla pomieszczenia potrzebnej ilości wozów naładowanych, podnoszonych z dolnego poziomu i wozów próżnych, opuszczanych z powierzchni ziemi. Całe urządzenie powinno

być wykonane w ten sposób, aby robota w dolnej połowie szybu nie przeszkadzała robocie w górnej połowie szybu i aby obydwie te roboty mogły być prowadzone jednocześnie i niezależnie jedna od drugiej.

Hrabak dalej utrzymuje, że jeżeli inne przyczyny nie staną na przeszkodzie, sposób podwójnego wyciągania dwoma maszynami, da możliwość prowadzenia odbudowy minerałów użytecznych do głębokości 2500, a nawet 2700 m., a jest to głębokość, do której górnik prawdopodobnie nie tak prędko albo też może i wcale nie dojdzie, trudno się zaś spodziewać aby ją kiedykolwiek mógł przekroczyć. Gdyby zaś, wbrew oczekiwaniu, zaszła potrzeba wyciągania jeszcze z większych głębokości, w takim razie, według jego mniemania, możnaby zastosować trzecią podziemną maszynę wyciągową, wprowadzaną w ruch elektrycznością, któraby dała możliwość opuścić się jeszcze na kilkaset metrów głębiej. Tym sposobem, według Hrabaka, jeżeli urabianie minerałów na głębokości 3000 metr. okaże się możebnem, to zadanie wyciągania ich z tej głębokości on uważa jako rozwiązane, bo dzisiejsze maszyny wyciągowe są w stanie podołać temu zadaniu.

Poussigne, którego pracę wyżej cytowaliśmy, rozwiązania zadania w ten sposób nie uważa jeszcze jako ostateczne, według niego zadanie to dopiero wtedy będzie całkowicie rozwiązane, gdy liny, które z grubych i ciężkich stają się coraz cieńsze i lżejsze, zupełnie wyjdą z użycia i zostaną zastąpione przez wyciąganie pneumatyczne, lub też w jakikolwiek inny sposób, w którym, jak on sądzi, elektryczność będzie odgrywała pierwszorzędną rolę.

OMYŁKI DRUKARSKIE.

<i>Stronica:</i>	<i>Wiersz:</i>	<i>Wydrukowano:</i>	<i>Powinno być:</i>
8	8 od dołu	wygitym	pod tym
8	8 " "	podniają	wyginają
46	1 " "	414	514
64	11 " góry	na figurach 535 i 536	na figurach 545 i 546
80	15 " "	3009	3000
95	6 " "	pechylni	pochylni
128	8 " "	nakoniec	na koniec
154	11 " dołu	fig. 662	fig. 660
163	7 " "	fig. 675	fig. 674
163	6 " "	fig. 674	fig. 675
171	9 " "	nogach	rogach
198	2 " góry	spadku	spodka
201	13 " "	boki	belki
225	10 " dołu	metrów	metrom
238	4 " góry	sa	są
273	3 " dołu	Kasalowsky'ego	Kaselowsky'ego
275	1 " góry	działający C ₁ ' C ₂ '	działający od C ₁ ' C ₂ '
277	4 " dołu	ciągłege	ciągłego
318	8 " góry	centymetrów	milimetrów
348	10 " "	kierunkami	kierownikami
399	1 " dołu	rodzaju	rodzaju
407	12 " "	$= \frac{t_1 t_2}{t_1 + t_{t_1} + t_1 t_2}$	$= \frac{t_1 t_2}{t_1 + t_2 + t_1 t_2}$
408	14 " góry	p'	p'
416	5 " dołu	q	h
433	12 " góry	Ts ₂	Ts
480	18 " "	wiekszych	większych
483	18 " "	wypadek	wydatek.